

DISEÑO DE UN VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE BIOGAS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Marco Martínez Martín
Ingeniero técnico de minas

Irene Cuenca Marcos
Ingeniero técnico de minas

Provincia: Ávila
Fecha: Febrero 2014

INDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEXOS A LA MEMORIA

1.1. MEMORIA

1.2. ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO Nº 1. FICHA TECNICA

ANEXO Nº 2. RED NATURA 2000

ANEXO Nº 3. TOPOGRAFIA

ANEXO Nº 4. FOTOGRAFICO

ANEXO Nº 5. GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ANEXO Nº 6. HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

ANEXO Nº 7. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS

ANEXO Nº 8. CALCULOS REALIZADOS

ANEXO Nº 9. REFERENCIAS CATASTRALES

ANEXO Nº 10. RESTAURACION AMBIENTAL

ANEXO Nº 11. JUSTIFICACION DE PRECIOS

ANEXO Nº 12. PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO Nº 13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO Nº 14. PLAN DE OBRA

ANEXO Nº 15. GESTION DE RESIDUOS GENERADOS DURANTE LA
EJECUCION DE LAS OBRAS

ANEXO Nº 16. ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO
ENERGETICO DEL BIOGAS

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTOS

4.1. MEDICIONES

4.1.1. MEDICIONES AUXILIARES

4.1.2. MEDICIONES GENERALES

4.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

4.3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

4.4. PRESUPUESTOS

4.4.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.4.2. PRESUPUESTO GENERAL

SOLICITUD DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

RELACION DE FIGURAS

INDICE

Anexo Nº 2

Fig.1- Mapa ZEPA de Castilla y León

Fig.2- Mapa LIC de Castilla y León

Fig.3- Mapa zona LIC riberas del río Adaja y sus afluentes

Fig.4- Mapa zona LIC encinares de la Sierra de Ávila

Anexo Nº 3

Fig.1- Vista general de la antigua cantera de granito, caminos de acceso, y municipio de La Colilla

Fig.2- Vista detalle de la antigua cantera de granito, y caminos de acceso

Fig.3- Detalle del Vaso de Vertido nº1

Fig.4- Detalle del Vaso de Vertido nº2.

Fig.5- Detalle del Vaso de Vertido nº3.

Fig.6- Detalle del Vaso de Vertido nº4.

Fig.7- Detalle del Vaso de Vertido nº5.

Fig.8- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº1

Fig.9- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº2.

Fig.10- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº3.

Fig.11- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº4.

Fig.12- Coordenadas aproximadas de los vértices del área seleccionada

Fig.13- Secciones longitudinales del área seleccionada

Fig.14- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

Fig.15- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

Fig.16- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

Fig.18- Detalle de sección transversal del área seleccionada

Fig.17- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

Anexo Nº 4

Fig.1 Accesos a la antigua cantera de granito.

Fig.2 Accesos a la antigua cantera de granito

Fig.3 Camino de acceso al Vaso de Vertido nº1

Fig.4 Camino de acceso al Vaso nº1

Fig.5- Acceso al Vaso nº1.

Fig.6- Vaso nº1

Fig.7- Cara Oeste Vaso nº1

Fig.8- Bloques de granito en Vaso nº1

Fig.9- Vista cara Este y entrada al Vaso nº1

Fig.10- Bloques cara Norte vaso nº1.

Fig.11- Bloques cara Oeste vaso nº1.

Fig.12- Bloques granito vaso nº1.

Fig.13- Bloques de granito y entrada vaso nº1.

Fig.14- Detalle bloques granito Vaso nº1.

Fig.15- Detalle bloques Vaso nº1.

Fig.16- Detalle bloques Vaso nº1.

Fig.17- Cara Sur Vaso nº1.

Fig.18- Cara SO Vaso nº1.

Fig.19- Bloques y cara Oeste Vaso nº1.

Fig.20- Bloques de granito y cara Oeste Vaso nº1.

Fig.21- Bloques de granito y cara NO Vaso nº1

Fig.22- Bloques de granito y cara Norte Vaso nº1

Fig.23- Bloques de granito y cara Norte de Vaso nº1

Fig.24- Bloques de granito y cara NE Vaso nº1

Fig.25- Cara Este Vaso nº1.

Fig.26- Cara Este Vaso nº1.

Fig.27- Bloques de granito centro Vaso nº1.

Fig.28- Bloques de granito centro Vaso nº1.

Fig.29- Bloques de granito centro Vaso nº1.

Fig.30- Explanada entrada Vaso nº1

Fig.31- Talud de explanada entrada Vaso nº1.

Fig.32- Talud de explanada entrada vaso nº1.

Fig.33- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Este.

Fig.34- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Este

Fig.35- Vallado zona Este y camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona NE.

Fig.36- Vallado zona Este y camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona NE

Fig.37- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Norte

Fig.38- Hueco de explotación. Volumen insuficiente para almacenar residuos. Zona Norte.

Fig.39- Hueco de explotación. Volumen suficiente para almacenar residuos. Zona Norte

Fig.40- Camino de acceso al Vaso nº2. Zona Norte

Fig.41- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Norte.

Fig.42- Entrada al Vaso nº2

Fig.43- Cara Este Vaso de Vertido nº2

Fig.44- Cara S-SE Vaso nº2

Fig.45- Bloques de granito sueltos y cara S-SO Vaso nº2

Fig.46- Bloques de granito sueltos y cara Oeste Vaso nº2

Fig.47- Camino de acceso al Vaso nº3. Zona Norte.

Fig.48- Camino de acceso al Vaso nº3. Zona Norte

Fig.49- Detalle de entrada al Vaso nº3 con bloques de granito sueltos. Zona Este

Fig.50- Detalle de bloques de granito sueltos en Vaso nº3. Zona Sur

Fig.51- Detalle de bloques de granito sueltos en Vaso nº3. Zona Oeste

Fig.52- Vista general Vaso nº3. Cara Este

Fig.53- Vista general Vaso nº3. Cara Sur.

Fig.54- Vista general Vaso nº3. Cara Sur

Fig.55- Vista general Vaso nº3. Cara Sur

Fig.56- Vista general Vaso nº3. Cara Oeste

Fig.57- Salida del Vaso nº3 y camino de acceso al Vaso nº4

Fig.58- Talud explanada delantera Vaso nº4. Necesita relleno

Fig.59- Hueco en talud de explanada delantera Vaso nº4

Fig.60- Explanada delantera Vaso nº4

Fig.61- Explanada delantera Vaso nº4. Talud en mal estado al fondo.

Fig.62- Entrada Vaso nº4, bloques de granito sueltos en cara Sur

Fig.63- Bloques de granito sueltos en cara Sur y talud de tierra al SE en Vaso nº4

Fig.64- Talud de tierra al SE y bloques de granito sueltos al Este en Vaso nº4

Fig.65- Bloques granito cara Sur Vaso nº4.

Fig.66- Bloques granito cara SE Vaso nº4.

Fig.67- Subida a la explanada superior central por el NO (entre el Vaso nº4 y el Vaso nº5).

Fig.68- Vista desde el Norte, del camino de subida(izq.) y explanada superior(dcha.)
Orientación E-NE

Fig.69- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Este.

Fig.70- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación E-SE

Fig.71- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Sur

Fig.72- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Sur

Fig.73- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación S-SO

Fig.74- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Oeste.

Fig.75- Vista de la explanada superior central desde el camino central de la misma. Orientación Este.

Fig.76- Zona de subida a la explanada superior central por el Sur.

Fig.77- Zona de subida a la explanada superior por el Sur. Al fondo, camino de acceso a esta subida

Fig.78- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Este

Fig.79- Continuación camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Oeste

Fig.80- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Este

Fig.81- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el Este

Fig.82- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE

Fig.83- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE

Fig.84- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE

Fig.85- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Curva con cambio de dirección de 120º hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m

Fig.86- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior, después de la curva de 120º hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m. Dirección SO

Fig.87- Fig.86- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior, después de la curva de 120º hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m. Dirección SO. Al fondo, se observa una nueva curva con cambio de dirección de 120º hacia el SE y otra de 90º hacia el S-SO. Después de dos curvas el camino enlaza con el camino principal de zahorra y grava

Fig.88- Vista panorámica con cotas de caras en el Vaso nº1.

Fig.89- Ortofoto de la antigua cantera de granito de La Colilla

Fig.90- Ortofoto Vaso nº1

Fig.91- Ortofoto Vaso nº2 (centro de la imagen). (A la derecha de la imagen, el Vaso nº1)

Fig.92- Ortofoto Vaso nº3 (centro de la imagen).

Fig.93- Ortofoto Vaso nº4 (centro de la imagen)y nº5 (abajo izq.)

Fig.94- Ortofoto del camino Sur y rampa de acceso a la explanada superior. Se construirá una rampa 65 m de longitud y un 20% de pendiente longitudinal

Fig. 95- Zona de acopios en vertedero de La Colilla

Fig. 96- Ubicación de balsa de lixiviados y traza de tubería de impulsión hasta el vaso de vertido nº 1 (máxima longitud)

Fig. 97- Ubicación de vallado perimetral y compuertas

Fig. 98- Tubería de drenaje vaso nº1.

Fig. 98- Tubería de drenaje vaso nº2.

Fig. 99- Tuberías de drenaje vaso nº3

Fig. 100- Tubería de drenaje vaso nº4

Fig. 101- Tubería de drenaje vaso nº5

Fig. 102- Ubicación pista superior y rampa de acceso y sentido de circulación de las pistas

Fig. 103- Ubicación de sobreanchos en las curvas de las pistas de acceso

Fig. 104- Numeración de los vasos de vertido

Fig. 105 – Zona de Acopio de Vertedero de Gemuño

Fig. 106 – Detalle de ubicación de vertedero y zona de acopio

Anexo Nº5

Fig.1- Tomografía eléctrica

Fig.2- Ortofoto de la zona estudiada con la línea de exploración

Fig.3- Mapa del catastro donde se muestra la línea de exploración

Fig.4- Procesado informático de la curva de campo (curva de resistividades aparentes).

Fig.5- Ortofoto de la zona estudiada con la línea de exploración

Fig.6- Mapa del catastro donde se muestra la línea de exploración

Fig.7- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 0-2 m

Fig.8- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 2-4 m

Fig.9- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 4-11,2 m

Fig.10- Determinación mediante STB2006 del factor de seguridad del talud de 11,2 m de altura

Anexo Nº6

Fig.1- Mapa de Isolíneas de la media de precipitación máxima anual (P) y Coeficiente de Variación (Cv)

Fig.2- Factor de amplificación Y_t (T , C_v) del mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular

Fig.3- Mapa de Isolíneas I_1/I_d (MOPU, 1990)

Fig.4- Estimación inicial del umbral de escorrentía P_o (Tabla 2.1 Norma 5.2-IC)

Fig.5- Clasificación de suelos a efectos de P_o (Tabla 2.2 Norma 5.2-IC)

Fig.6- Mapa del coeficiente corrector de P_o (Fig.2.5 Norma 5.2-IC)

Fig.7- Ábaco para calcular C (fig.2.4 Norma 5.2-IC)

Fig. 8- Dirección y sentido del movimiento del agua de escorrentía (líneas de máxima pendiente del terreno). La longitud de las flechas es directamente proporcional a la pendiente del terreno.

Fig. 9 - Dirección y sentido del movimiento del agua de escorrentía (líneas de máxima pendiente del terreno). La longitud de las flechas es directamente proporcional a la pendiente del terreno.

Fig.10 - Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Colilla (Ávila)

Fig.11- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Colilla (Ávila)

Fig.12 - Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Serrada (Ávila)

Fig.13 - Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Serrada (Ávila)

Fig.14- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Padiernos (Ávila)

Fig.15- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Padiernos (Ávila)

Fig.16- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Salobral (Ávila)

Fig.17- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Salobral (Ávila)

Fig.18- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Gemuño (Ávila)

Fig.19- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Gemuño (Ávila)

Fig.20- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, El Fresno (Ávila)

Fig.21- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, El Fresno (Ávila)

Fig.22- Cota máxima y mínima en vasos de vertido

Fig.23- Cota de pista perimetral al vaso de vertido.

Anexo Nº 8

Fig.1- Trazado aproximado de la tubería de impulsión

Anexo Nº 16

Fig. 1 – Fases del proceso de generación de biogás

Fig. 2 – Producción de biogás en vertederos controlados

Fig. 3 – Gráfico Planta de extracción tratamiento y aprovechamiento energético de biogás en vertedero.

Fig.4 - Sistema de pozos y colectores para extracción de biogás en vertedero.

Fig. 5 - Esquema de funcionamiento de una planta de producción de energía eléctrica

Fig. 6 – Diferentes usos del biogás

Fig. 7 – Diferentes usos del biogás

Solicitud de EIA

Fig. 1-Plano catastral de municipio de La Colilla y zona de vertedero

Fig. 2-Plano catastral de zona de vertedero.

Fig.3- Ubicación de zona de excavación de vertedero en Gemuño.

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. OBJETO DEL PROYECTO	5
3. NORMATIVA APLICABLE	5
3.1. CON CARÁCTER GENERAL	5
3.2. CON CARÁCTER ESPECÍFICO	6
4. AFECCIONES A RED NATURA 2000	6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
5.1. EMPLAZAMIENTO	8
5.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	8
5.1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO	10
5.1.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO	11
5.1.4. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO	13
5.1.5. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS	14
5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	15
5.3. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA	29
5.4. DRENAJE	30
6. TIPOS DE RESIDUOS	30
7. SERVICIOS AFECTADOS	31
8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	31
9. PLAZO DE EJECUCIÓN	31
10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	32
11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	32

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

12. ESTUDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD	32
13. PRECIOS	32
14. PRESUPUESTOS	33
15. REVISIÓN DE PRECIOS	33
16. CONTROL DE CALIDAD	33
17. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	33
18. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	34
19. CONCLUSIÓN	35

1. ANTECEDENTES

Se redacta el presente documento ***“Relleño sanitario con aprovechamiento energético del biogás en la provincia de Ávila”***, como resultado de la necesidad de formación de una mancomunidad de recogida de basuras en los siguientes municipios:

- Muñogalindo
- Santa maría del Arroyo
- Muñochas (término municipal de Padiernos)
- Salobralejo
- Solosancho
- Sotalbo
- La Colilla
- El Fresno
- Padiernos
- Gemuño
- Ríofrío
- Mironcillo
- La Serrada
- Muñopepe
- Salobral
- Niharra

Este documento tiene por objeto analizar y resumir los parámetros de operación más idóneos para la captación de biogás, así como el diseño adecuado del propio vertedero y su posterior clausura, sellado y recuperación de la zona.

Se estudiarán dos alternativas que se analizaran siguiendo varios criterios, dejando a elección del órgano competente aquella opción que se ajuste más al objetivo buscado.

La alternativa de “Proyecto A” desarrollada en el municipio de La Colilla tiene como particularidad su consideración como proyecto de restauración ambiental de una cantera abandonada, mejorando la integración visual en su entorno.

La alternativa de “Proyecto B” desarrollada en Gemuño tiene dos objetivos principales; el primero de ellos es maximizar la producción y captación del biogás a partir de los residuos, para su utilización en la producción de energía eléctrica. El segundo, alcanzar

la mayor adecuación al paisaje original de la zona por tratarse de un área de especial belleza.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto:

- a) Estudiar las distintas alternativas de ubicación y diseño del relleno sanitario o vertedero que se analizarán siguiendo varios criterios dejando a elección del Órgano Competente aquella opción que se ajuste más al objetivo buscado.
- b) Definir las labores y establecer las condiciones en que se realizarán las obras de excavación o limpieza de la zona, impermeabilización del terreno, extendido de los residuos, sellado, restauración del terreno y captación del biogás.
- c) Determinación del método de explotación.
- d) Diseño de la clausura y el sellado del vertedero y la recuperación de la zona afectada.
- e) Analizar y definir los parámetros de operación más idóneos para la captación de biogás, así como el diseño adecuado del propio vertedero.

3. MARCO NORMATIVO

a. Con carácter general

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de Enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto ambiental de proyectos, derogado a favor de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de evaluación ambiental, donde se exponen los proyectos de tratamiento y gestión de residuos, en este caso, vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes. En el Artículo 7.1, de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de evaluación ambiental, se indica que deberán someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria aquellos proyectos recogidos en el Anexo I de dicha Ley. Puesto que nuestras dos alternativas de proyecto se encuentran en el Grupo 8 "Proyectos de Tratamiento y Gestión de Residuos", letra c) "Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de

25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes”; estarán sujetas a Evaluación de Impacto Ambiental.

- Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos.
- Orden AAA/661/2013, de 18 de Abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto citado anteriormente, 1481/2001, de 27 de Diciembre.
- Red Natura 2000
- Directiva 1993/31/CE, de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- Ley 16/2002, de 1 de Julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 22/2011, de 28 de Julio, de Residuos y Suelos contaminados.
- Ley 11/1997, de 24 de Abril, de envases y residuos de envases y el Reglamento que la desarrolla, aprobada por el Real Decreto 782/1998 y las posteriores modificaciones de ambos.

b. Con carácter específico

- Ley 11/2003, de 8 de Abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León
- Ley 5/1999, de 8 de Abril de Urbanismo de Castilla y León
- Planificación urbanística municipal

4. AFECCIONES A RED NATURA 2000

La Colilla

Las instalaciones del proyecto se encuentran dentro del término municipal de La Colilla, que no está incluido en zonas LIC ni ZEPA de la red Natura 2000 de la Junta de Castilla y León.

Tras la consulta realizada en la Dirección General del Medio Natural, como autoridad responsable de la evaluación de las repercusiones de planes, programas o proyectos sobre la integridad de los lugares incluidos en la Red Natura 2000, se certifica que:

No existen coincidencias geográficas con la Red Natura 2000, ni se prevé la existencia de afecciones indirectas apreciables, ya sea individualmente o en combinación con otros, que pudieran causar perjuicio a la integridad de ningún lugar incluido en aquella.

La actuación se encuentra en el Grupo 8 “Proyectos de Tratamiento y Gestión de Residuos”, letra c) “Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes” del Anexo I de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental, aunque no se encuentra en ninguno de los Anexos III y IV de la Ley 11/2003 de 8 de Abril de Prevención Ambiental de Castilla y León, y del Decreto 70/2008, de 2 de Octubre, por el que se modifican los Anexos II y V, y se amplía el Anexo IV de la Ley 11/2003.

Por tanto, la actuación que se recoge en el presente proyecto, sí precisa de Evaluación de Impacto Ambiental.

Gemuño

Las instalaciones del proyecto se encuentran dentro del término municipal de Gemuño, que no está incluido en zonas LIC ni ZEPA de la red Natura 2000 de la Junta de Castilla y León.

Tras la consulta realizada en la Dirección General del Medio Natural, como autoridad responsable de la evaluación de las repercusiones de planes, programas o proyectos sobre la integridad de los lugares incluidos en la Red Natura 2000, se certifica que:

No existen coincidencias geográficas con la Red Natura 2000, ni se prevé la existencia de afecciones indirectas apreciables, ya sea individualmente o en combinación con otros, que pudieran causar perjuicio a la integridad de ningún lugar incluido en aquella.

La actuación se encuentra en el Grupo 8 “Proyectos de Tratamiento y Gestión de Residuos”, letra c) “Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes” del Anexo I de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de evaluación ambiental, aunque no se encuentra en ninguno de los Anexos III y IV de la Ley 11/2003 de 8 de Abril de Prevención Ambiental de Castilla y León, y del Decreto 70/2008, de 2 de Octubre, por el que se modifican los Anexos II y V, y se amplía el Anexo IV de la Ley 11/2003.

Por tanto, la actuación que se recoge en el presente proyecto, sí precisa de Evaluación de Impacto Ambiental.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1. EMPLAZAMIENTO

5.1.1. Situación Geográfica

La Colilla

El vertedero de la primera alternativa se encuentra al oeste del casco urbano del municipio de La Colilla, dentro de su término municipal, en la provincia de Ávila. Las parcelas afectadas son: la parcela 5035 del polígono 3 con una superficie de 19,81 Ha, la parcela 5036 del polígono 3 con superficie de 1,16 Ha, la parcela 5037 del polígono 3 con una superficie de 0,57 Ha y la parcela 5038 del polígono 3 con una superficie de 0,42 Ha.

La zona de los vertidos ocupa unos 5.431,9 m² que suponen aproximadamente el 3% de la superficie total de la parcela 5035.

Los terrenos están incluidos en la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1:25000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. Las coordenadas geográficas y UTM correspondientes a un punto representativo y céntrico de la cantera son:

COORDENADAS U.T.M. (Huso 30)		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM ETRS 89)	
X	Y	Latitud (N)	Longitud (W)
350136,03	4500918,91	40°38'43,91''	4°46'20,77''

Accederemos a la zona elegida por el camino “Camino de la Cantera”, desde el sur del municipio de La Colilla.

La Colilla es el núcleo de población más cercano, situado a una distancia mínima horizontal aproximada de 0,7 km.

Gemuño

El vertedero de la segunda alternativa se encuentra al noreste del casco urbano del municipio de Gemuño, dentro de su término municipal, en la provincia de Ávila.

Las parcelas afectadas son: la parcela 108 del polígono 505 con una superficie de 4,56 Ha, la parcela 107 del polígono 505 con superficie de 3,55 Ha, la parcela 106 del polígono 505 con una superficie de 7,00 Ha, la parcela 105 del polígono 505 con una superficie de 0,69 Ha, parcela 104 del polígono 505 con una superficie de 1,44 Ha, parcela 103 del polígono 505 con superficie 1,49 Ha, parcela 102 del polígono 505 con una superficie de 2,26 Ha, la parcela 101 del polígono 505 con una superficie de 0,49 Ha, la parcela 100 del polígono 505 recinto 2 con superficie de 0,32 Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 4 con una superficie de 0,11Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 3 con una superficie de 0,096 Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 1 con superficie de 0,42 Ha, la parcela 99 del polígono 505 con una superficie de 0,27 Ha, la parcela 98 del polígono 505 con una superficie de 0,39 Ha, la parcela 97 del polígono 505 con superficie de 0,41 Ha, la parcela 93 del polígono 505 con una superficie de 1,56 Ha, la parcela 462 del polígono 505 con una superficie de 1,19 Ha, la parcela 463 del polígono 505 con superficie de 1,69 Ha, la parcela 464 del polígono 505 con una superficie de 0,74 Ha, la parcela 465 del polígono 505 con una superficie de 1,17 Ha.

La zona de los vertidos ocupa unos 29.747,2 m² que suponen aproximadamente el 10% de la superficie total de las parcelas afectadas.

Los terrenos están incluidos en la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1:25000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. Las coordenadas geográficas y UTM correspondientes a un punto representativo y céntrico de la zona de vertido son:

COORDENADAS U.T.M. (Huso 30)		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM ETRS 89)	
X	Y	Latitud (N)	Longitud (W)
351672,87	4496097,94	40°36'8,63''	4°45'11,28''

Accederemos a la zona elegida mediante la construcción de un camino desde el camino rural situado entre los parajes “Cerro Gallináceas” y “La Zanjilla” que a su vez parte de la carretera AV-P-403.

La zona para la ubicación del proyecto se encuentra a una distancia mínima horizontal aproximada de 1,2 km del municipio de El Fresno y a una distancia mínima horizontal aproximada de 2,5 km del municipio de Gemuño.

5.1.2. Contexto geológico

En el Anexo Nº5 del presente documento se adjuntan el mapa de la hoja magna nº 531 de Ávila de los Caballeros editado por el IGME, y los trabajos realizados con objeto de definir y evaluar las características geológicas de las zonas de estudio.

La Colilla

La zona estudiada está situada en el borde septentrional de lo que puede denominarse como La Cuenca Alta del Adaja, en concreto, en la formación montañosa denominada Sierra de Ávila, en el límite norte con los depósitos detríticos del Valle Amblés.

Los materiales geológicos dominantes en el término municipal de La Colilla son las rocas ígneas pertenecientes a los grandes bloques tectónicos en que quedó dividido el macizo herciniano durante los plegamientos alpinos, apareciendo materiales más modernos cuanto más cerca del río Adaja se baje. La zona objeto de estudio, situada al noroeste, está compuesta por roca plutónica perteneciente al zócalo paleozoico de la meseta. En términos generales, esta roca plutónica corresponde a un granito adamellítico de dos micas, normalmente biotítico, de grano medio a grueso, de carácter porfídico (con feldespatos que pueden llegar a medir hasta siete centímetros de longitud). En las granodioritas de los alrededores es frecuente la hornblenda.

Se adjunta tomografía de la zona en el Anexo Nº5 del presente Documento.

Gemuño

La zona de estudio para la realización de las obras del relleno sanitario se encuentra ubicada en la vertiente meridional del Valle Amblés.

Dicho valle es una fosa tectónica formada por varios bloques de zócalo cristalino, hundidos, que han sido llevados a esa posición por esfuerzos distensivos durante la tectónica Alpina. El Valle Amblés se extiende a lo largo de 42 km en dirección ENE-OSO, entre la Sierra de Ávila y los relieves de la alineación Ávila-Canto Cachado y las Sierras de las Parameras de Ávila y La Serrota, que quedan al sur. Su fondo es plano con una anchura entre 2,5 y 10,0 km, y una pendiente media de 0,3% en sentido ENE.

A grandes rasgos puede diferenciarse un tramo inferior de arcosas poco elaboradas, con micas y fragmentos de granitos y rocas metamórficas, que pueden alcanzar hasta el tamaño de bolos, empastados en una matriz arcillosa y en las que se intercalan niveles de arcillas y limos de dimensiones variables, un tramo intermedio de arcosas poco elaboradas y escasa matriz limo-arcillosa y un tramo superior constituido por arcosas de carácter similar a las del tramo inferior.

La serie presenta importantes variaciones laterales y verticales observándose un mayor contenido de arcillas en la zona norte que disminuyen hacia el sur y el este de la depresión. Los espesores de sedimentos muestran grandes variaciones como consecuencia de la compartimentación de la fosa, detectándose potencias superiores a 1000 m al sureste de El Fresno y superiores a 600 m al sureste de Ávila y La Torre.

El Valle Amblés está relleno por materiales detríticos de edad terciaria y cuaternaria procedentes de la erosión de los materiales ígneos y metamórficos que circundan el valle y constituyen el zócalo impermeable. Los materiales cuaternarios formados por arenas y bolos constituyen los aluviales de los ríos y presentan espesores del orden de 8-10 m. La superficie de afloramientos terciarios es de 235 km².

El término municipal de Gemuño está limitado al sur por La Sierra de Ávila y al norte por el citado Valle Amblés.

Se adjunta Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) de la zona en el Anexo Nº5 del presente Documento.

5.1.3. Estudio geotécnico

La Colilla

Los distintos vasos de vertido se asientan sobre granito porfídico poco alterado con un espaciado medio entre fracturas superior a 1 m. En concreto se asientan sobre material con una resistencia a compresión simple de 1.800 a 2.700 kg/cm² y una densidad de 2.4 a 2.8 Tm/m³.

Como conclusión del estudio realizado, la estabilidad de los taludes presentes no se ve comprometida por estar formados de material granítico poco fracturado hasta una profundidad inferior al vaso de vertido y formar paredes subverticales. El único caso de riesgo se encuentra en el primer vaso de vertido en la pared noroeste donde existe un

talud invertido de pared de granito. Se acometerá una medida preventiva mediante la instalación de malla metálica en dicho talud. No obstante, no parece que exista peligro de derrumbamiento en esta cara, ya que se ha mantenido en esa situación desde el abandono de la cantera desde hace más de 35 años.

Se ha realizado estudio geofísico de caracterización geológica tomografía eléctrica que se adjunta en el Anexo Nº5 del presente Documento.

Gemuño

El vaso de vertido se ubica sobre terrazas aluviales con sedimentos detríticos de origen fundamentalmente granítico formados y depositados por acción fluvial que dan lugar a niveles de arenas limo-arcillosas, arcillas limpias, gravas arenosas y arcillas-limosas. Estos sedimentos graníticos presentan dos orígenes:

- La erosión del material granítico de la Sierra de Ávila, que circunda el valle del Tiétar, por acción hidráulica de los distintos arroyos que discurren por la sierra y desembocan en el Río Adaja.
- La erosión y transporte de los materiales por los que discurre el río Adaja.

Los materiales de la zona presentan densidades aparentes que varían desde 1,25 Tm/m³ de la arcilla limpia a 1,65 Tm/m³ de la arena limpia o 2,1 Tm/m³ para las gravas arenosas. Las capacidades portantes de estos suelos oscilan entre los siguientes límites de seguridad. Arenas arcillosas: 2 – 6 kg/cm², arena limpia compactada: 7 – 9 kg/cm², gravas arenosas: 10 – 12 kg/cm².

Según los datos obtenidos en la prospección geofísica, los taludes formados durante la excavación del relleno sanitario son estables con un factor de seguridad mayor del 20%, calculado mediante las herramientas informáticas Roclab y Slope Stability. En el Anexo Nº5 se adjuntan los resultados del cálculo de estabilidad con dichos programas y el análisis en detalle de los taludes.

Se ha realizado estudio geofísico de caracterización geológica mediante Sondeo Eléctrico Vertical que se adjunta en el Anexo Nº5 del presente Documento.

5.1.4. Estudio hidrológico e hidrogeológico

En el Anexo Nº6 del presente Documento, se adjuntan los documentos justificativos, mapas, estadísticas etc. que permiten concluir lo siguiente:

La Colilla

HIDROGEOLOGÍA

Los distintos vasos de vertido se encuentran en el punto más alto de la colina situada al oeste del núcleo urbano de La Colilla, a una cota máxima de 1.230 m y mínima de 1.194 m, el nivel piezométrico de las aguas subterráneas observado en distintos sondeos y pozos de la zona circundante al área de vertido es aproximadamente 1.170 m, por ello no existe riesgo de surgencia del agua subterránea en la zona destinada como vertedero.

HIDROLOGÍA

Tanto en la zona de vertido correspondiente a la antigua cantera de granito, como en la zona que se habilitará para las futuras instalaciones no existe ningún curso de agua superficial permanente ni estacionario.

Por tratarse de un terreno elevado respecto al entorno, la explotación no estará especialmente afectada por el agua de escorrentía, que no tenderá a acceder al vaso en grandes cantidades.

Gemuño

HIDROGEOLOGÍA

La zona elegida para ubicar el relleno sanitario se encuentra en un terreno elevado respecto a su entorno una altura media de 15-20 m, debido a la elevada cota del nivel piezométrico del agua subterránea. Analizando los perfiles longitudinales de altimetría del terreno elegido, en una primera aproximación topográfica no rigurosa, la cota de referencia será 1115 m, y ésta, será la cota de la pista exterior del vertedero. Desde dicha cota la profundidad máxima del vaso de vertido será 11,2 m, luego la cota del punto más bajo de la obra será 1103,8 m. Por los datos hidrogeológicos del IGME relativos a los sondeos cercanos, se puede concluir que la cota máxima (en época de recarga de acuíferos) del nivel piezométrico en el entorno de la obra es de

aproximadamente 1080 -1085 m.s.n.m, por todo ello se concluye que no hay riesgo de surgencia de agua subterránea al interior del vaso.

HIDROLOGÍA

La zona donde se realizarán las obras del relleno sanitario y la zona que se habilitará para las futuras instalaciones han sido seleccionadas de modo que no discorra ningún curso de agua superficial permanente ni estacionario, para evitar inundaciones en el área de trabajo.

Por tratarse de un terreno elevado respecto al entorno, la explotación no estará especialmente afectada por el agua de escorrentía, que no tenderá a acceder al vaso en grandes cantidades.

5.1.5. Disponibilidad de los terrenos

La Colilla

Todos los terrenos afectados por la obras son propiedad del Ayuntamiento de La Colilla y están puestos a disposición de la obra. Las parcelas afectadas son: la parcela 5035 del polígono 3 con una superficie de 19,81 Ha, la parcela 5036 del polígono 3 con superficie de 1,16 Ha, la parcela 5037 del polígono 3 con una superficie de 0,57 Ha, la parcela 5038 del polígono 3 con una superficie de 0,42 Ha, todas ellas dentro del Término Municipal de La Colilla.

Gemuño

Todos los terrenos afectados por la obras son propiedad del Ayuntamiento de Gemuño y están puestos a disposición de la obra. Las parcelas afectadas son: la parcela 108 del polígono 505 con una superficie de 4,56 Ha, la parcela 107 del polígono 505 con superficie de 3,55 Ha, la parcela 106 del polígono 505 con una superficie de 7,00 Ha, la parcela 105 del polígono 505 con una superficie de 0,69 Ha, parcela 104 del polígono 505 con una superficie de 1,44 Ha, parcela 103 del polígono 505 con superficie 1,49 Ha, parcela 102 del polígono 505 con una superficie de 2,26 Ha, la parcela 101 del polígono 505 con una superficie de 0,49 Ha, la parcela 100 del polígono 505 recinto 2 con superficie de 0,32 Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 4 con una superficie de 0,11Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 3 con una superficie de 0,096 Ha, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 1 con superficie de 0,42 Ha, la parcela 99 del polígono 505 con una superficie de 0,27 Ha, la parcela 98 del polígono 505 con una superficie de 0,39 Ha, la parcela 97 del polígono 505 con superficie de

0,41 Ha, la parcela 93 del polígono 505 con una superficie de 1,56 Ha, la parcela 462 del polígono 505 con una superficie de 1,19 Ha, la parcela 463 del polígono 505 con superficie de 1,69 Ha, la parcela 464 del polígono 505 con una superficie de 0,74 Ha, la parcela 465 del polígono 505 con una superficie de 1,17 Ha, todas ellas dentro del Término Municipal de Gemuño.

5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La Colilla

Fase-1.

Limpieza y retirada de la vegetación de los márgenes de las antiguas pistas de acceso a la cantera. Éstas, presentan una anchura que oscila entre 2 – 2,6 m en toda su extensión.

Posteriormente a la limpieza vegetal realizada, se retirará el material existente a ambos lados de la pista a fin de mantener el ancho mínimo de ésta en 2,6 m. En total se retirarán 215 m³ de material.

Se adjuntan en el Anexo Nº4, ortofotos de las citadas pistas.

Fase-2.

Se procederá a la retirada de los volúmenes de granito existentes en las zonas de vertido. Éstos proceden de la antigua actividad de extracción del granito llevada a cabo en la cantera. En total se retirarán 7607,42 m³, de los cuales un 60% son piezas de granito de tamaño menor 0,5 m, un 30% son bloques de granito de 1 - 1,5 m, mientras que el 10% restante son tierras.

Carga, transporte y vertido del material granítico de mayor tamaño para ensanchar las plataformas, existentes de la antigua explotación, en las áreas de vertido. La fracción más pequeña servirá, junto con las tierras, para formar la zahorra con la que se construirá el firme de la pista y rampa de acceso, debidamente compactada. Para la realización de las pistas se utilizarán como base las antiguas pistas de acceso a la cantera.

El material granítico restante se machacará para su venta.

Se adjuntan en el Anexo N°4, las ortofotos de los vasos de vertido.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zahorra en la pista de acceso a los vasos, a fin de conseguir una superficie de rodadura lo más homogénea y nivelada posible. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 15 cm. La longitud total del firme de zahorra será de 1292 m. El volumen estimado de zahorra a utilizar será de 840 m³.

Terraplenado para construcción de sobreanchos en las curvas y desmonte para apartaderos en los puntos mostrados en el Anexo N°8 Cálculos. El volumen total de terraplenado asciende a 244,68 m³ y el de desmonte 215,1 m³.

Desmonte y terraplenado de la tierra de cobertera para construir las rampas de acceso a la extensión superior de los vasos de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo N°4 se indica el lugar exacto en el que se construirán las rampas. La superficie de la rampa sur tiene una longitud de 67 m, una anchura de 9 m y una pendiente del 20%. El volumen de terraplenado es un 80% del volumen de desmonte, la tierra sobrante se utilizará en la zahorra que formará el firme de la pista y la propia rampa. El volumen de desmonte asciende aproximadamente a 270m³, calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 1m. Construcción mediante firme de zahorra de la rampa norte, según planos.

La rampa tendrá una longitud aproximada de 200 metros, una anchura de 6 metros y un firme de zahorra medio de 0,6 m. El volumen de zahorra para construir esta pista es de 720 m³.

Construcción de cunetas trapezoidales laterales en el interior de la pista de acceso a los vasos y a ambos lados de las rampas norte y sur de acceso a la explanada superior a los vasos de vertido según planos.

Fase-4.

Limpieza, nivelación y refino de la superficie del primer vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, con un espesor de entre 0,5 y 0,8 m (0,5 m bajos las zanjas de drenaje) debidamente compactada, para conseguir la nivelación adecuada con un 2% de pendiente transversal hacia la línea central del vaso y un 2% de pendiente longitudinal hacia el interior del mismo.

La barrera geológica natural está formada por granito con una permeabilidad que oscila entre $1 \cdot 10^{-7}$ m/s para las zonas fracturas y $1 \cdot 10^{-10}$ m/s para las zonas de granito menos fracturado.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de espesor mínimo 0,5 m. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido. Una vez preparada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la arcilla en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas.

El volumen total de arcilla para el sellado de todos los vasos de vertido asciende a $3.751,51 \text{ m}^3$ ($4.876,95 \text{ m}^3$ considerando 30% esponjamiento). Sobre la capa de arcillas se llevará a cabo la excavación de las zanjas de que alojarán el sistema de drenaje.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente, y sobre éste una capa de geotextil de protección.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una zanja dispuesta longitudinalmente en el fondo del vaso (en cada vaso) con una pendiente del 2% hacia el interior del mismo. La zanja va cubierta con PEAD, encima de éste se coloca la capa de geotextil de protección y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE $\varnothing_{\text{exterior}} 225 \text{ mm}$, y pared de 13,4 mm que desemboca en una arqueta-pozo de bombeo como se muestra en los planos. La zanja se rellena de grava 20-40 mm y encima del PEAD se extenderá una capa de grava rodada silícea de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

El volumen real del primer vaso de vertido son $11.850,6 \text{ m}^3$ y su superficie $1.315,3 \text{ m}^2$. La capacidad útil resulta de restar al anterior el volumen ocupado por las capas de arcilla y grava de drenaje, por tanto, se tiene:

$$11.850,6 - (0,5 + 0,5) \cdot 1.315,3 = 10.535,3 \text{ m}^3 \text{ útiles}$$

A medida que se vaya alcanzando el nivel de sellado de cada vaso de vertido, se procederá a la limpieza, nivelación y refino del siguiente vaso de vertido, y la instalación de la red de drenaje, operando del modo descrito anteriormente.

Los volúmenes de los siguientes vasos de vertido son:

Número de Vaso	Volumen Real (m ³)	Superficie (m ²)	Volumen Útil (m ³)
2	4.688,1	523,4	4.164,7
3	8.619,3	1.658,2	6.961,1
4	12.959,8	1.654,4	11.305,4
5	911,9	280,6	631,3

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá desde el SE del vertedero al NO del mismo, en concreto desde el camino que será pista de acceso a los vasos de vertido hasta el último vaso de vertido. Por la zona norte del vertedero no es necesaria la instalación de vallado por la existencia de desnivel pronunciado que actúa de barrera natural.

Se instalarán compuertas de en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 3 m de anchura en la pista de acceso a los vasos de vertido, y de 6 m de anchura en la coronación de la rampa de acceso a la explanada superior a los vasos de vertido. La longitud total de vallado asciende a 720 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4.

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 1658,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego:} \quad V_{lix} = 50 \cdot 1658,2 = 82.910 \text{ l} = 82,9 \text{ m}^3$$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1 m de profundidad (1,5 m para extender la arcilla encima), taludes 1V /2H y 10 m de lado en la base con una capacidad total de cerca de 150 m³ después de impermeabilizada (271,5 m³ de excavación). La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del material granítico respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor, compactada en tongadas de 15 cm, tanto en el fondo de la balsa como en los taludes. El volumen total de arcilla compactada asciende a 111,16 m³, considerando un coeficiente de esponjamiento del 30% el volumen de arcilla será 144,5 m³. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral de sección triangular exterior de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por completo, con una longitud total de 59,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo

rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado este del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 68 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y del vallado perimetral en el Anexo N°4.

Fase-8.

Inicio de la explotación de los vasos de vertido en el orden de numeración. La basura se cubrirá cada día de vertido con 15 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Se indica la numeración de los vasos en el Anexo N°4.

Fase-9.

Cuando se ha alcanzado la cota de sellado del vaso, antes de sellar se realizarán los sondeos a rotación para introducir las tuberías de PEAD ranuradas con empaque de gravas. Posteriormente se sellará el residuo.

Captación del biogás mediante sondeos a rotación de 50 cm de diámetro, con una profundidad de hasta 1 m por encima del fondo del vaso y colocados de manera que tengan un radio de influencia de 25 m.

En el interior del sondeo se colocará un tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm y un empaque de gravas de 20-40 mm.

La ubicación de los sondeos se indica en el Documento N°2 Planos, y los detalles de la red de captación de biogás se explican en el Anexo N°16 Aprovechamiento energético del Biogás.

Se ha optado por la captación del biogás mediante sondeos a rotación en lugar de las chimeneas de recrecimiento que se han diseñado en la propuesta de Gemuño, porque en este caso, no hay suficiente espacio para maniobrar con seguridad la maquinaria de trabajo si al mismo tiempo se tienen las chimeneas de recrecimiento en el vaso.

Fase-10.

Una vez realizados los sondeos a rotación para introducir las tuberías de PEAD ranuradas y el empaque de gravas, se procederá al sellado del mismo. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 60 cm

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Fase-11.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según Anexo Nº 10 Restauración Ambiental.

Gemuño

Fase-1.

Desmante y terraplenado de la tierra de cobertera para construir el camino de acceso a la zona de excavación desde el camino indicado que a su vez sale de la carretera AV-P-403 que une los municipios de El Fresno y Gemuño, al comienzo de las labores de excavación del vaso de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo Nº4, se indica el lugar exacto en el que se construirá el camino. Se ha seleccionado el trazado de modo que el volumen de terraplenado sea aproximadamente el 100% del volumen de desmante. El volumen de desmante asciende aproximadamente a 640 m^3 , calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 5m.

Extensión y compactación de la zahorra para firme del camino de acceso. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm debidamente compactado en dos tongadas de aproximadamente 12,5 cm.

Sus características técnicas son:

Longitud (m)	Anchura (m)	Pendiente Longitudinal Máxima (%)	Tipo de firme	Volumen de zahorra (m^3)
285	9	20	Zahorra compactada	385

Las cunetas de desagüe se detallan en el Anexo Nº 8 en el Documento Nº2.

Fase-2.

Desmante y terraplenado del perímetro exterior a la zona de excavación del vaso de vertido. El volumen de terraplenado será aproximadamente un 80% del volumen de desmante medido con el método de las secciones paralelas. El material de cobertera se retirará y acopiará para su uso en la revegetación, y el exceso de material útil se empleará para zahorra. El volumen total de desmante asciende a $13.010,8 \text{ m}^3$.

Excavación del relleno sanitario por medios mecánicos, según lo dispuesto en los planos.

El volumen excavado asciende a $219.423,45 \text{ m}^3$. La primera capa de tierra vegetal se retirará y acopiará para su posterior uso en la restauración del hueco. Las capas de

arenas con gravas o ligeramente arcillosas se acopiarán para el recubrimiento diario de la basura y su uso como zahorra en las pistas. La arcilla limpia se utilizará en la impermeabilización del fondo del vaso, por si sola si cumple las especificaciones requerías, o mezclada con otra arcilla si no cumple.

Se adjuntan mapas de situación y planos de diseño en los anexos Anexo Nº4 y Documento Nº2 Planos.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zahorra para construcción de la pista perimetral al vaso de vertido y sobre la rampa de acceso al vaso de vertido. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm en la pista perimetral y 35 cm en la rampa de acceso al vaso. El perímetro exterior de la pista perimetral tiene una longitud de 818,2 m, y el interior de 730,2 m.

La rampa de acceso al vaso de vertido desde la pista superior tiene una longitud de 39,7 m y una anchura de 5,8 m.

El volumen estimado de zahorra a utilizar para la construcción de la pista perimetral al vaso de vertido será de 2709,7 m³. El volumen estimado de zahorra a utilizar para el firme de la rampa de acceso al vaso de vertido es de 80,6 m³. El firme se construirá con zahorra conformada con material extraído de la excavación y material de préstamo. La pista tendrá una anchura de 14 m, se ubicará a una distancia de 1,5 m del borde superior del vaso de vertido. Los lados rectos tendrán una pendiente transversal del 2% hacia el exterior. En las curvas, la pendiente transversal o peralte será del 0%. La pendiente longitudinal de la pista será, en todos sus lados, del 0%. Se adjuntan planos de la pista en el Anexo Nº8 y Documento Nº2.

Se excavará una cuneta trapezoidal exterior a la pista de 821,4 m de longitud, cuya sección y datos técnicos se detallan en el Anexo Nº8 Cálculos y Doc. Nº2 Planos.

Fase-4.

Impermeabilización de vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, de 0,8 m de espesor en el fondo del vaso y 0,5 m de espesor en los taludes, debidamente compactada. Se dará la nivelación adecuada al fondo con un 2% de pendiente longitudinal hacia el lado de menor cota del vaso.

La geología del terreno está formada materiales detríticos de edad terciaria y cuaternaria procedentes de la erosión de los materiales ígneos y metamórficos que circundan el valle. Los materiales cuaternarios formados por arenas y bolos constituyen los aluviales de los ríos y presentan espesores del orden de 8-10 m. La permeabilidad oscila entre $1 \cdot 10^{-3}$ m/s y $1 \cdot 10^{-7}$ m/s, exceptuando algún lentejón de arcilla más o menos pura con permeabilidad inferior a $1 \cdot 10^{-10}$ m/s.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de 0,8 m de espesor. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido, la extensión de la arcilla se realizará en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas. El volumen de arcilla compactada será de $18.838,1 \text{ m}^3$ y sin compactar considerando un esponjamiento medio del 30% el volumen será de $24.489,5 \text{ m}^3$.

Sobre la capa de arcilla se llevará a cabo la excavación de las zanjas de 0,3 m de profundidad en forma de espina de pez que alojarán el sistema de drenaje, según planos.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior de 50 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de los taludes, que rodeará por completo el vaso. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Colocación de lámina de geotextil protector sobre PEAD.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una red de zanjas dispuestas en forma de espina de pez. La zanja va cubierta con PEAD y lámina de geotextil, encima de éste y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE Ø exterior 225 mm, y pared de 13,4 mm para las zanjas laterales, PE Ø exterior 280 mm, y pared de 16,6 mm para la zanja longitudinal central, y PE Ø

exterior 355 mm, y pared de 21,1 mm para la zanja transversal del fondo del vaso. El extremo de menor cota de la zanja longitudinal central y la zanja transversal del fondo del vaso desembocan en una arqueta central como se muestra en los planos. En cada zanja se colocará un empaque de grava 20-40 mm sobre los tubos corrugados de PE hasta llegar a la cota del PEAD. Sobre éste se extenderá una capa de grava rodada silíceá de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

Todo ello se refleja en los planos del Documento Nº2.

El volumen de grava rodada 40-60 mm es de 9.389,9 m³, y el de grava de 20-40 mm 309,8 m³.

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá a una distancia de 3 m del borde exterior de la pista perimetral al vaso de vertido.

Se instalarán compuertas en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 6 m de anchura en la coronación del camino de acceso al vaso de vertido. La longitud total de vallado asciende a 892,2 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}.$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}.$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que sea capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{vertedero} = 29.501 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego:} \quad V_{lix} = 50 \cdot 29.501,2 = 1475059,5 \text{ l} = 1475,06 \text{ m}^3 \approx 1475 \text{ m}^3$$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1,5 m de profundidad (2 m para extender 0,5 m de arcilla encima), taludes 1V /2H y 28,5 m de lado en la base con una capacidad total de 1489 m³. La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del nivel freático respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor tanto en el fondo de la balsa como en los taludes, compactada en tongadas de 15 cm. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por completo, con una longitud total de 141,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado norte del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 153,2 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y de vallado perimetral en el Anexo N°4.

Fase-8.

Inicio de la explotación del vaso de vertido en tongadas de residuos de 0,8 m de potencia siguiendo el método de explotación indicado en el Documento N°2. La basura se cubrirá cada día de vertido con 20 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Ubicación e instalación de las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Documento N°2, con una disposición típica *al tresbolillo*. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 20-40 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

Los detalles del procedimiento de recrecimiento se detallan en el Anexo N°16

El relleno sanitario se llevará a cabo en dos fases individualizadas de vertido de los residuos como se detalla en el Documento N°2. Se han establecido dos fases para reducir el tiempo de sellado de los residuos vertidos y así minimizar las emisiones de metano y otros gases contaminantes incluidos en el biogás, aumentando también su disponibilidad para el aprovechamiento energético.

Para el inicio de la explotación de la segunda fase de vertido, se ubicarán e instalarán las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Documento N°2, con una disposición típica *al tresbolillo*. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, y a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 19 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

En este punto de la explotación ya existe metanogénesis en los residuos de la primera fase de vertido y por ello se extraerá el biogás a través de las chimeneas de captación de biogás.

La segunda fase de vertido se realizará del modo indicado en el Documento N°2, de modo que se dote a la superficie última del paquete de basura de la geometría que proporcione la pendiente necesaria para que el paquete drenante que va instalado sobre éste actúe eficazmente. A lo largo de 111,3 m de la línea central del eje mayor

del vertedero la cota de la basura será de 1,20 m respecto a la cota cero de la obra (cabeza de los taludes de la excavación). Los extremos de esta divisoria distarán 60,1 m equidistantemente de las cabezas de los taludes de los lados cortos del vertedero. De este modo, se tiene una pendiente máxima del 2% hacia el exterior del relleno sanitario en todas las caras de la masa de residuos. Un plano detallado se adjunta en el Documento N°2

Fase-9.

Una vez alcanzada la cota de sellado descrita en la Fase 9, se procederá el sellado del vaso de vertido. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 80 cm.

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Se unirán las chimeneas de captación del biogás de la segunda fase a la red de conducción del biogás y junto con las de la primera fase se extraerá todo el biogás generado en el relleno sanitario.

Fase-10.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según lo dispuesto en el Anexo N°10.

5.3. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

- La Colilla

Para la realización de este proyecto se ha utilizado la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1: 25.000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. También se ha usado la hoja de Ávila de los Caballeros del Mapa Geológico de España escala 1: 50.000, editado por el Instituto Geológico y Minero de España, así como una cartografía de la Junta de Castilla y León: Mapa Topográfico digitalizado a escala 1: 10.000. Se ha utilizado un instrumento GPS para la ubicación y delimitación de los terrenos afectados. Las respectivas coordenadas geográficas y UTM se recogen en el Anexo N°3 Topografía.

- Gemuño, relleno sanitario

Para la realización de este proyecto se ha utilizado la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1: 25.000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. También se ha usado la hoja de Ávila de los Caballeros del Mapa Geológico de España escala 1: 50.000, editado por el Instituto Geológico y Minero de España, así como una cartografía de la Junta de Castilla y León: Mapa Topográfico digitalizado a escala 1: 10.000. Se ha utilizado un instrumento GPS para la ubicación y delimitación de los terrenos afectados. Las respectivas coordenadas geográficas y UTM se recogen en el Anexo N°3 Topografía.

5.4. DRENAJE

5.4.1. Recogida de lixiviados

En cada una de las alternativas de proyecto se ha diseñado una red de drenaje y captación de lixiviados dimensionada para cada caso concreto. Los detalles de las redes de drenaje se recogen en el Anexo N°6 y Anexo N°8.

5.4.2. Evacuación de las aguas pluviales

En las dos alternativas de proyecto se incluyen una red de drenaje de pluviales formada por cuneta perimetral en tierras. Todo ello detallado en el Anexo N°8.

6. TIPOS DE RESIDUOS

En cualquiera de las alternativas de proyecto, el residuo que se permitirá eliminar mediante su depósito en vertedero es de tipo Residuo Sólido Urbano, en concreto, será el denominado Residuo no peligroso en la clasificación establecida en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Una clasificación de los residuos no peligrosos permitidos en este proyecto se recoge en el Catálogo con la Lista Europea de Residuos (LER) aprobado por la Decisión 2000/532/CE de 3 de Mayo. Esta decisión es modificada por las Decisiones de la Comisión: Decisión 118/2001, de 16 de Enero y la Decisión 573/2001, de 23 de Julio.

Se adjunta dicha Lista Europea de Residuos en el Anexo N°7.

7. SERVICIOS AFECTADOS

La Colilla

No se observan servicios que se vean afectados por la ejecución de las obras.

Gemuño

No se observan servicios que se vean afectados por la ejecución de las obras.

8. ANALISIS DE ALTERNATIVAS

Basándonos en las distintas opciones propuestas para la ubicación de las instalaciones, se han analizado las alternativas siguiendo diversos criterios.

Criterio Medioambiental

Desde el punto de vista medioambiental el vertedero de La Colilla tiene la virtud de reutilizar una antigua explotación de granito, que a día de hoy causa impacto visual afectando al paisaje circundante. Por otro lado, esta alternativa tiene el inconveniente de ser una solución con poca capacidad, por lo que no va muy de acuerdo con la tendencia europea actual de construir un menor número de vertedero pero de mayor tamaño. Las emisiones de ruido y polvo serán mínimas y el impacto visual nulo. Los residuos se cubrirán cada día con una capa de tierras, por lo que no habrá olores, ni residuos volados, ni roedores, ni aves.

Por otro lado, el vertedero de Gemuño se ubica en una zona más problemática aunque su diseño cumple con creces las exigencias de seguridad necesarias para evitar contaminaciones y/o posibles fugas. Por ello, el riesgo medioambiental se hace prácticamente nulo. El impacto medioambiental será mínimo por estar ubicado en una zona eleva y excavado en su totalidad. Las emisiones de ruido y polvo serán mínimas y el impacto visual nulo. Los residuos se cubrirán cada día con una capa de tierras, por lo que no habrá olores, ni residuos volados, ni roedores, ni aves.

Criterio Económico

En el proyecto de La Colilla, existe un menor coste de excavación debido a la situación actual de la zona, en la que los huecos de vertido ya existen como consecuencia del desuso de la antigua cantera existente en esa misma zona.

Debido al mayor volumen de excavación así como a la mayor superficie de sellado la alternativa del vertedero en Gemuño, resulta considerablemente más costosa. Si bien es cierto, el vertedero de Gemuño, dará servicio durante, como mínimo, 30 años a los pueblos de la mancomunidad de recogida de basura, frente a los 14 años justos que dará servicio el vertedero de La Colilla.

El volumen del vertedero de Gemuño se ha sobredimensionado un 20 % por lo que su capacidad total son 58.500 t aumentando el plazo de explotación por encima de 30 años. La capacidad del vertedero de La Colilla son 23.518 t. Por lo que el coste por tonelada en cada vertedero asciende a:

Gemuño: $1.996.161,02 \text{ €} / 58.500 \text{ t} = 34,12 \text{ €/t}$

La Colilla: 371.125,55 € / 23.518,46 t = 15,78 €/t

Hay que tener en cuenta que el coste de explotación en el vertedero de La Colilla será significativamente mayor que en el vertedero de Gemuño por la dificultad de operación en aquel respecto a este último.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN

De acuerdo al Artículo 123 del Real Decreto Legislativo 3/2011 del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público se incluye un plan de trabajo en el Anexo Nº14.

La Colilla

El plazo de ejecución de la obras en la antigua cantera de granito de La Colilla se estima en 6 meses, contados a partir de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

Gemuño

El plazo de ejecución de la obras en Gemuño se estima en 1 año, contado a partir de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo al Artículo 65 del R.D. Legislativo 3/2011, del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, no es requisito indispensable que el Contratista se encuentre debidamente clasificado para poder presentarse a la licitación de la obra:

La Colilla

Presupuesto: 371.125,55 €

Duración: 6 meses

Gemuño

Presupuesto: 1.996.161,02 €

Duración: 1 año

11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

Las obras del presente Proyecto pueden considerarse obras completas en el sentido del Artículo 86 del R.D. Legislativo 3/2011, del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

12. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo al Artículo 123 del R.D. Legislativo 3/2011, del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, se incluye un estudio de seguridad y salud en el Anexo Nº13.

13. PRECIOS

Para la obtención de los precios de las diferentes unidades de obra, que se justifican en el Anexo Nº11, se han tenido en cuenta el precio de los materiales, maquinaria y de los jornales que existen en la zona.

14. PRESUPUESTOS

De acuerdo con lo deducido en el Documento Nº 4, los presupuestos de las distintas alternativas de proyecto son los siguientes:

Proyecto A) La Colilla

- **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**
- **PRESUPUESTO TOTAL con 22% de GG y BI + 21% de I.V.A.**

Proyecto B) Gemuño, relleno sanitario

- **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**
- **PRESUPUESTO TOTAL con 22% de GG y BI + 21% de I.V.A.**

15. REVISIÓN DE PRECIOS

Según el Artículo 89 del R.D. Legislativo 3/2011, del 14 de Noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, no es de aplicación la Revisión de Precios, pero si fuese necesario se propone la siguiente fórmula:

FÓRMULA Nº 541

$$Kt=0,05Ct/Co+0,08Et/Eo+0,15Pt/Po+0,06Rt/Ro+0,14St/So+0,01Tt/To+0,51$$

16. CONTROL DE CALIDAD

Se realiza un programa de control de calidad para las distintas alternativas del proyecto que se incorporan en el Anexo Nº 12.

17. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Las actuaciones se encuentran en el Grupo 8 “Proyectos de Tratamiento y Gestión de Residuos”, letra c) “Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes” del Anexo I de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de evaluación ambiental, aunque no se encuentra en ninguno de los Anexos III y IV de la Ley 11/2003 de 8 de Abril de Prevención Ambiental de Castilla y León, y del Decreto 70/2008, de 2 de Octubre, por el que se modifican los Anexos II y V, y se amplía el Anexo IV de la Ley 11/2003.

Por tanto, las dos alternativas de proyecto presentadas precisan de Evaluación de Impacto Ambiental.

Se ha redactado un Documento con el título Solicitud de Sometimiento a Evaluación de Impacto Ambiental para dar cumplimiento al **Artículo 6.1 del REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, DE 11 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**, al estar incluida la actividad pretendida entre las consideraciones en el **ANEXO I**, de esta ley.

Dicha Ley, establece el trámite para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental, y en concreto establece que el Órgano Competente sea quien determine los aspectos contemplados y la profundidad de análisis de los mismos en el Estudio de Impacto Ambiental que se requerirá una vez se haya recibido, por parte de la Administración, la mencionada Solicitud de Sometimiento a Evaluación de Impacto Ambiental.

Por todo ello, no se incluye en este Proyecto el Estudio de Impacto Ambiental, a espera de pronunciación por parte del Órgano Competente, en este caso, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

18. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA
- DOCUMENTO Nº 2. PLANOS
- DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO
- SOLICITUD DE SOMETIMIENTO A EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

19. CONCLUSIÓN

Estimando haber dado cumplimiento a lo especificado en la Orden de Redacción del Proyecto, se remite éste a la superioridad para su aprobación.

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

Anexo.- Nº1
FICHA TÉCNICA

ANEXO Nº1: FICHA TÉCNICA

1.1.- Actuación

DISEÑO DE VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA, Y PLANIFICACIÓN DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS GENERADO.

1.2.- Situación de los vertederos

La colilla

Los terrenos están incluidos en la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1:25000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. Las coordenadas geográficas y UTM correspondientes a un punto representativo y céntrico de la cantera son:

COORDENADAS U.T.M. (Huso 30)		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM ETRS 89)	
X	Y	Latitud (N)	Longitud (W)
350136,03	4500918,91	40°38'43,91''	4°46'20,77''

Gemuño

Los terrenos están incluidos en la hoja 531-1 de ÁVILA (OESTE) del Mapa Topográfico Nacional de España escala 1:25000, editado por el Instituto Geográfico Nacional. Las coordenadas geográficas y UTM correspondientes a un punto representativo y céntrico de la zona de vertido son:

COORDENADAS U.T.M. (Huso 30)		COORDENADAS GEOGRÁFICAS (DATUM ETRS 89)	
X	Y	Latitud (N)	Longitud (W)
351672,87	4496097,94	40°36'8,63''	4°45'11,28''

1.3.- Población con vertidos

Municipios de: Muñogalindo, Santa María del Arroyo, Muñochas, Salobralajo, Solosancho, Sotalbo, La Colilla, El Fresno, Padiernos, Gemuño, Riofrío, Mironcillo, La Serrada, Muñopepe, Salobral y Niharra. Población total (2013): 4.052 habitantes.

1.4.- Superficie total a utilizar

La Colilla

La superficie total de vertido ocupa 14.893,2 m².

Gemuño

La superficie a utilizar será de 29.747,2 m².

1.5.- Presupuesto Total de la Obra

La Colilla

371.125,55 €

Gemuño

1.996.161,02 €

1.6.- Clasificación del Contratista

No es requerida

1.7.- Plazo de ejecución

La Colilla

Seis (6) meses.

Gemuño

Doce (12) meses.

1.8.- Tipos de Residuos

- Residuos Sólidos urbanos. Residuos No Peligrosos según la clasificación establecida en R.D. 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos.

1.9.- Unidades Principales

La Colilla

- Retirada de granito: 7.607,4 m³.
- Desmonte para pistas y rampas: 270 m³.
- Impermeabilización y sellado con arcillas: 12.331,7 m³.
- Colocación de geocompuesto drenante: 10.972,8 m².
- Colocación de geomembrana de PEAD: 5.486,4 m².
- Red de drenaje: 561 m.l.
- Red de lixiviados: 425 m.l.
- Vallados: 788 m.
- Siembras y plantaciones: 5.486,4 m².

Gemuño

- Desmonte para pistas y rampas: 13.650,8 m³.
- Excavación: 219.423,45 m³.
- Impermeabilización y sellado con arcillas: 24.489,5 m³.
- Colocación de geocompuesto drenante: 59.506,3 m².
- Colocación de geomembrana de PEAD: 29.753,14 m².
- Red de drenaje: 821,4 m.l.
- Red de lixiviados: 1.548 m.l.
- Vallados: 842,2 m.
- Siembras y plantaciones: 29.753,14 m².

1.10.- Descripción de las obras a realizar

La Colilla

Fase-1.

Limpieza y retirada de la vegetación de los márgenes de las antiguas pistas de acceso a la cantera. Éstas, presentan una anchura que oscila entre 2 - 2,6 m en toda su extensión.

Posteriormente a la limpieza vegetal realizada, se retirará el material existente a ambos lados de la pista a fin de mantener el ancho mínimo de ésta en 2,6 m. En total se retirarán 215 m^3 de material.

Se adjuntan en el Anexo N°4, ortofotos de las citadas pistas.

Fase-2.

Se procederá a la retirada de los volúmenes de granito existentes en las zonas de vertido. Éstos proceden de la antigua actividad de extracción del granito llevada a cabo en la cantera. En total se retirarán $7607,42 \text{ m}^3$, de los cuales un 60% son piezas de granito de tamaño menor 0,5 m, un 30% son bloques de granito de 1 - 1,5 m, mientras que el 10% restante son tierras.

Carga, transporte y vertido del material granítico de mayor tamaño para ensanchar las plataformas, existentes de la antigua explotación, en las áreas de vertido. La fracción más pequeña servirá, junto con las tierras, para formar la zahorra con la que se construirá el firme de la pista y rampa de acceso, debidamente compactada. Para la realización de las pistas se utilizarán como base las antiguas pistas de acceso a la cantera.

El material granítico restante se machacará para su venta.

Se adjuntan en el Anexo N°4, las ortofotos de los vasos de vertido.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zahorra en la pista de acceso a los vasos, a fin de conseguir una superficie de rodadura lo más homogénea y nivelada posible. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 15 cm. La longitud total del firme de zahorra será de 1292 m. El volumen estimado de zahorra a utilizar será de 840 m^3 .

Terraplenado para construcción de sobreeanchos en las curvas y desmonte para apartaderos en los puntos mostrados en el Anexo N°8 Cálculos. El volumen total de terraplenado asciende a $244,68 \text{ m}^3$ y el de desmonte $215,1 \text{ m}^3$.

Desmonte y terraplenado de la tierra de cobertera para construir la rampa de acceso a la extensión superior de los vasos de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo N°4 se indica el lugar exacto en el que se construirá la rampa. La superficie de la rampa tiene una longitud de 67 m, una anchura de 9 m y una pendiente del 20%. El volumen de terraplenado es un 80% del volumen de desmonte, la tierra sobrante se utilizará en

la zahorra que formará el firme de la pista y la propia rampa. El volumen de desmonte asciende aproximadamente a 270m^3 , calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 1m.

Construcción de cunetas trapezoidales laterales en el interior de las pistas y a ambos lados de la rampa y pista superior a los vasos de vertido según planos.

Fase-4.

Limpieza, nivelación y refino de la superficie del primer vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, de espesor mínimo 0,5 m, debidamente compactada, para conseguir la nivelación adecuada con un 2% de pendiente transversal hacia la línea central del vaso y un 2% de pendiente longitudinal hacia el interior del mismo.

La barrera geológica natural está formada por granito con una permeabilidad que oscila entre $1 \cdot 10^{-7}$ m/s para las zonas fracturas y $1 \cdot 10^{-10}$ m/s para las zonas de granito menos fracturado.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de espesor mínimo 0,5 m. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido. Una vez preparada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la arcilla en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas.

El volumen total de arcilla para el sellado de todos los vasos de vertido asciende a $12.245,0 \text{ m}^3$. Sobre la capa de arcillas se llevará a cabo la excavación de las zanjas de que alojarán el sistema de drenaje.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente, y sobre éste una capa de geotextil de protección.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una zanja dispuesta longitudinalmente en el fondo del vaso (en cada vaso) con una pendiente del 2% hacia el interior del mismo. La zanja va cubierta con PEAD, encima de éste se coloca la capa de geotextil de protección y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE $\varnothing_{\text{exterior}} 225$ mm, y pared de 13,4 mm que desemboca en una arqueta-pozo de bombeo como se muestra en los planos. La zanja se rellena de grava 20-40 mm y encima del PEAD se extenderá una capa de grava rodada silícea de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

El volumen real del primer vaso de vertido son $11.850,6 \text{ m}^3$ y su superficie $1.315,3 \text{ m}^2$. La capacidad útil resulta de restar al anterior el volumen ocupado por las capas de arcilla y grava de drenaje, por tanto, se tiene:

$$11.850,6 - (0,5 + 0,5) \cdot 1.315,3 = 10.535,3 \text{ m}^3 \text{ útiles}$$

A medida que se vaya alcanzando el nivel de sellado de cada vaso de vertido, se procederá a la limpieza, nivelación y refino del siguiente vaso de vertido, y la instalación de la red de drenaje, operando del modo descrito anteriormente.

Los volúmenes de los siguientes vasos de vertido son:

Número de Vaso	Volumen Real (m^3)	Superficie (m^2)	Volumen Útil (m^3)
2	4.688,1	523,4	4.164,7
3	8.619,3	1.658,2	6.961,1
4	12.959,8	1.654,4	11.305,4
5	911,9	280,6	631,3

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá desde el SE del vertedero al NO del mismo, en concreto desde el camino que será pista de acceso a los vasos de vertido

hasta el último vaso de vertido. Por la zona norte del vertedero no es necesaria la instalación de vallado por la existencia de desnivel pronunciado que actúa de barrera natural.

Se instalarán compuertas de en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 3 m de anchura en la pista de acceso a los vasos de vertido, y de 6 m de anchura en la coronación de la rampa de acceso a la explanada superior a los vasos de vertido. La longitud total de vallado asciende a 720 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4.

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 1658,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego: } V_{lix} = 50 \cdot 1658,2 = 82.910 \text{ l} = 82,9 \text{ m}^3$$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1 m de profundidad (1,5 m para extender la arcilla encima), taludes 1V/2H y 10 m de lado en la base con una capacidad total de cerca de 150 m³. La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del material granítico respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor, compactada en tongadas de 15 cm, tanto en el fondo de la balsa como en los taludes. El volumen total de arcilla compactada asciende a $111,16 \text{ m}^3$, considerando un coeficiente de esponjamiento del 30% el volumen de arcilla será $144,5 \text{ m}^3$. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral de sección triangular exterior de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por completo, con una longitud total de 59,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujección del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado este del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 68 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y del vallado perimetral en el Anexo N°4.

Fase-8.

Construcción mediante firme de zahorra de la pista superior a los vasos de vertido y circundante a la balsa de lixiviados, según planos.

La pista tendrá una longitud aproximada de 200 metros, una anchura de 6 metros y un firme de zahorra medio de 0,6 m. El volumen de zahorra para construir esta pista es de 720 m^3 .

Fase-9.

Inicio de la explotación de los vasos de vertido en el orden de numeración. La basura se cubrirá cada día de vertido con 15 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Se indica la numeración de los vasos en el Anexo Nº4.

Fase-10.

Una vez alcanzada la cota de sellado de cada vaso, se procederá al sellado del mismo. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 60 cm

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Fase-11.

Captación del biogás mediante sondeos a rotación de 50 cm de diámetro, con una profundidad de hasta 1 m por encima del fondo del vaso y colocados de manera que tengan un radio de influencia de 25 m.

En el interior del sondeo se colocará un tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm y un empaque de gravas de 20-40 mm.

Los detalles de la red de captación de biogás se explican en el Anexo N°16 Aprovechamiento energético del Biogás.

Fase-12.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según Anexo N° 10 Restauración Ambiental.

Gemuño

Fase-1.

Desmante y terraplenado de la tierra de cobertera para construir el camino de acceso a la zona de excavación desde el camino indicado que a su vez sale de la carretera AV-P-403 que une los municipios de El Fresno y Gemuño, al comienzo de las labores de excavación del vaso de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo N°4, se indica el lugar exacto en el que se construirá el camino. Se ha seleccionado el trazado de modo que el volumen de terraplenado sea aproximadamente el 100% del volumen de desmante. El volumen de desmante asciende aproximadamente a 640m³, calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 5m.

Extensión y compactación de la zahorra para firme del camino de acceso. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm debidamente compactado en dos tongadas de aproximadamente 12,5 cm.

Sus características técnicas son:

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Longitud (m)	Anchura (m)	Pendiente Longitudinal Máxima (%)	Tipo de firme	Volumen de zahorra (m ³)
285	9	20	Zahorra compactada	385

Las cunetas de desagüe se detallan en el Anexo Nº 8 en el Documento Nº2.

Fase-2.

Desmante y terraplenado del perímetro exterior a la zona de excavación del vaso de vertido. El volumen de terraplenado será aproximadamente un 80% del volumen de desmante medido con el método de las secciones paralelas. El material de cobertera se retirará y acopiará para su uso en la revegetación, y el exceso de material útil se empleará para zahorra. El volumen total de desmante asciende a 13.010,8 m³.

Excavación del relleno sanitario por medios mecánicos, según lo dispuesto en los planos.

El volumen excavado asciende a 219.423,45 m³. La primera capa de tierra vegetal se retirará y acopiará para su posterior uso en la restauración del hueco. Las capas de arenas con gravas o ligeramente arcillosas se acopiarán para el recubrimiento diario de la basura y su uso como zahorra en las pistas. La arcilla limpia se utilizará en la impermeabilización del fondo del vaso, por si sola si cumple las especificaciones requerías, o mezclada con otra arcilla si no cumple.

Se adjuntan mapas de situación y planos de diseño en los anexos Anexo Nº4 y Documento Nº2 Planos.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zahorra para construcción de la pista perimetral al vaso de vertido y sobre la rampa de acceso al vaso de vertido. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm en la pista perimetral y 35 cm en la rampa de acceso al vaso. El perímetro exterior de la pista perimetral tiene una longitud de 818,2 m, y el interior de 730,2 m.

La rampa de acceso al vaso de vertido desde la pista superior tiene una longitud de 39,7 m y una anchura de 5,8 m.

El volumen estimado de zavorra a utilizar para la construcción de la pista perimetral al vaso de vertido será de 2709,7 m³. El volumen estimado de zavorra a utilizar para el firme de la rampa de acceso al vaso de vertido es de 80,6 m³. El firme se construirá con zavorra conformada con material extraído de la excavación y material de préstamo. La pista tendrá una anchura de 14 m, se ubicará a una distancia de 1,5 m del borde superior del vaso de vertido. Los lados rectos tendrán una pendiente transversal del 2% hacia el exterior. En las curvas, la pendiente transversal o peralte será del 0%. La pendiente longitudinal de la pista será, en todos sus lados, del 0%. Se adjuntan planos de la pista en el Anexo N°8 y Doc.N°2.

Se excavará una cuneta trapezoidal exterior a la pista de 821,4 m de longitud, cuya sección y datos técnicos se detallan en en Anexo N°8 Cálculos y Doc. N°2 Planos.

Fase-4.

Impermeabilización de vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, de 0,8 m de espesor en el fondo del vaso y 0,5 m de espesor en los taludes, debidamente compactada. Se dará la nivelación adecuada al fondo con un 2% de pendiente longitudinal hacia el lado de menor cota del vaso.

La geología del terreno está formada materiales detríticos de edad terciaria y cuaternaria procedentes de la erosión de los materiales ígneos y metamórficos que circundan el valle. Los materiales cuaternarios formados por arenas y bolos constituyen los aluviales de los ríos y presentan espesores del orden de 8-10 m. La permeabilidad oscila entre 1·10⁻³ m/s y 1·10⁻⁷ m/s, exceptuando algún lentejón de arcilla más o menos pura con permeabilidad inferior a 1·10⁻¹⁰ m/s.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de 0,8 m de espesor. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido, la extensión de la arcilla se realizará en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas. El volumen de arcilla compactada será de 18.838,1 m³ y sin compactar considerando un esponjamiento medio del 30% el volumen será de 24.489,5 m³.

Sobre la capa de arcilla se llevará a cabo la excavación de las zanjas de 0,3 m de profundidad en forma de espina de pez que alojarán el sistema de drenaje, según planos.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior de 50 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de los taludes, que rodeará por completo el vaso. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Colocación de lámina de geotextil protector sobre PEAD.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una red de zanjas dispuestas en forma de espina de pez. La zanja va cubierta con PEAD y lámina de geotextil, encima de éste y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE Ø exterior 225 mm, y pared de 13,4 mm para las zanjas laterales, PE Ø exterior 280 mm, y pared de 16,6 mm para la zanja longitudinal central, y PE Ø exterior 355 mm, y pared de 21,1 mm para la zanja transversal del fondo del vaso. El extremo de menor cota de la zanja longitudinal central y la zanja transversal del fondo del vaso desembocan en una arqueta central como se muestra en los planos. En cada zanja se colocará un empaque de grava 20-40 mm sobre los tubos corrugados de PE hasta llegar a la cota del PEAD. Sobre éste se extenderá una capa de grava rodada sílicea de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

Todo ello se refleja en los planos del Documento N°2.

El volumen de grava rodada 40-60 mm es de 9.389,9 m³, y el de grava de machaqueo de 20-40 mm 309,8 m³.

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá a una distancia de 3 m del borde exterior de la pista perimetral al vaso de vertido.

Se instalarán compuertas en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 6 m de anchura en la coronación del camino de acceso al vaso de vertido. La longitud total de vallado asciende a 892,2 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}.$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}.$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{vertedero} = 29.501 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego: } V_{lix} = 50 \cdot 29.501,2 = 1475059,5 \text{ l} = 1475,06 \text{ m}^3 \approx 1475 \text{ m}^3$$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1,5 m de profundidad (2 m para extender 0,5 m de arcilla encima), taludes 1V /2H y 28,5 m de lado en la base con una capacidad total de 1489 m³. La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del nivel freático respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor tanto en el fondo de la balsa como en los taludes, compactada en tongadas de 15 cm. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior

de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por completo, con una longitud total de 141,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado norte del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 153,2 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y de vallado perimetral en el Anexo Nº4.

Fase-8.

Inicio de la explotación del vaso de vertido siguiendo el método de explotación indicado en el Documento Nº2. La basura se cubrirá cada día de vertido con 20 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Ubicación e instalación de las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Anexo Nº16 Aprovechamiento energético del Biogás, con una disposición típica *al tresbolillo*. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 20-40 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

Los detalles del procedimiento de recrecimiento se detallan en el Anexo Nº16

El relleno sanitario se llevará a cabo en dos fases individualizadas de vertido de los residuos. La primera de ellas hasta alcanzar una cota de 2 m sobre las gravas de drenaje del fondo del vaso, formada por dos capas de 0,8 m de basura con sus correspondientes capas de tierra diaria para su cubrición. Los residuos se extenderán

de modo que su superficie sea paralela al fondo del vaso de vertido, es decir, que tengan una pendiente longitudinal del 2%. Esto es debido a que el sellado de la primera fase debe tener una pendiente longitudinal del 2%, puesto que será el drenaje de la segunda fase. Una vez alcanzados estos dos metros de cota se sellará la primera fase con 0,5 m de arcilla donde se excavará una red de drenaje en forma de pez idéntica a la primera, se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de ruedas neumáticas. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de grava silícea rodada de 40 - 60 mm y 0,5 m de espesor. Se dará la nivelación adecuada a la capa de arcilla con un 2% de pendiente longitudinal hacia el lado de menor cota del vaso.

El volumen de arcilla compactada utilizada será de $10.812,2 \text{ m}^3$ y sin compactar considerando un esponjamiento medio del 30% el volumen será de $14.055,9 \text{ m}^3$.

El volumen de grava de drenaje a utilizar en esta fase de la explotación será de 11.128 m^3 .

Para el inicio de la explotación de la segunda fase de vertido, se ubicarán e instalarán las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Anexo Nº16 Aprovechamiento energético del Biogás, con una disposición típica *al tresbolillo* invertida respecto a la de la primera fase de vertido. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, y a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 19 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

En este punto de la explotación ya existe metanogénesis en los residuos de la primera fase de vertido y por ello se extraerá el biogás a través de las chimeneas de captación para la producción de energía eléctrica en la planta de motogeneración.

La segunda fase se explotará, contrariamente a la primera, llevando la superficie de los residuos con una pendiente longitudinal y transversal del 0%, y con el mismo método de explotación que la primera fase, hasta alcanzar una cota de 6,3 m sobre el fondo del vaso de vertido en el punto de mayor cota del mismo y una cota de 10,2 m sobre el fondo del vaso de vertido en el punto de menor cota de éste. Tras ésto, se continuará con el vertido de residuos un número suficiente de veces para dotar a la superficie del paquete de basura de la geometría que proporcione la pendiente necesaria para que el

paquete drenante que va instalado sobre éste actúe eficazmente. A lo largo de 111,3 m de la línea central del eje mayor del vertedero la cota de la basura será de 1,20 m respecto a la cota cero de la obra (cabeza de los taludes de la excavación). Los extremos de esta divisoria distarán 60,1 m equidistantemente de las cabezas de los taludes de los lados cortos del vertedero. De este modo, se tiene una pendiente máxima del 2% hacia el exterior del relleno sanitario en todas las caras de la masa de residuos. Un plano detallado se adjunta en el Documento Nº2

Fase-9.

Una vez alcanzada la cota de sellado descrita en la Fase 9, se procederá el sellado del vaso de vertido. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s}\cdot\text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 80 cm.

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Se unirán las chimeneas de captación del biogás de la segunda fase a la red de conducción del biogás y junto con las de la primera fase se explotará todo el biogás producido para la producción de energía eléctrica.

Fase-10.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según lo dispuesto en el Anexo N°10.

Anexo.- Nº2
RED NATURA 2000

ANEXO Nº2: RED NATURA 2000

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MAPAS	4
3. RELACIÓN DE TÉRMINOS MUNICIPALES INCLUIDOS EN RED NATURA 2000 (ÁREAS LIC Y ZEPA) DE LA PROVINCIA DE ÁVILA	8

1. INTRODUCCIÓN

Se solicita a la Autoridad Responsable del Seguimiento de la Red Natura 2000, perteneciente a la Consejería del Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, que se informe de la posible coincidencia territorial de las obras del presente proyecto con la RED NATURA 2000 y, en caso afirmativo, se hagan saber las posibles actuaciones requeridas. Dicho informe se adjuntará al presente proyecto a su fecha de emisión por parte de la Junta de Castilla y León.

No obstante, previo al informe de la Consejería de Medio Ambiente, la redacción de este proyecto está en conocimiento de la no coincidencia de las obras con dicha RED NATURA 2000. Se adjuntan mapas y documentos que justifican la no coincidencia espacial.

La Colilla

Las instalaciones del proyecto se encuentran dentro del término municipal de La Colilla, que no está incluido en zonas LIC ni ZEPA de la red Natura 2000 de la Junta de Castilla y León.

Tras la consulta realizada en la Dirección General del Medio Natural, como autoridad responsable de la evaluación de las repercusiones de planes, programas o proyectos sobre la integridad de los lugares incluidos en la Red Natura 2000, se certifica que:

No existen coincidencias geográficas con la Red Natura 2000, ni se prevé la existencia de afecciones indirectas apreciables, ya sea individualmente o en combinación con otros, que pudieran causar perjuicio a la integridad de ningún lugar incluido en aquella.

Gemuño

Las instalaciones del proyecto se encuentran dentro del término municipal de Gemuño, que no está incluido en zonas LIC ni ZEPA de la red Natura 2000 de la Junta de Castilla y León.

Tras la consulta realizada en la Dirección General del Medio Natural, como autoridad responsable de la evaluación de las repercusiones de planes, programas o proyectos sobre la integridad de los lugares incluidos en la Red Natura 2000, se certifica que:

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

No existen coincidencias geográficas con la Red Natura 2000, ni se prevé la existencia de afecciones indirectas apreciables, ya sea individualmente o en combinación con otros, que pudieran causar perjuicio a la integridad de ningún lugar incluido en aquella.

2. MAPAS

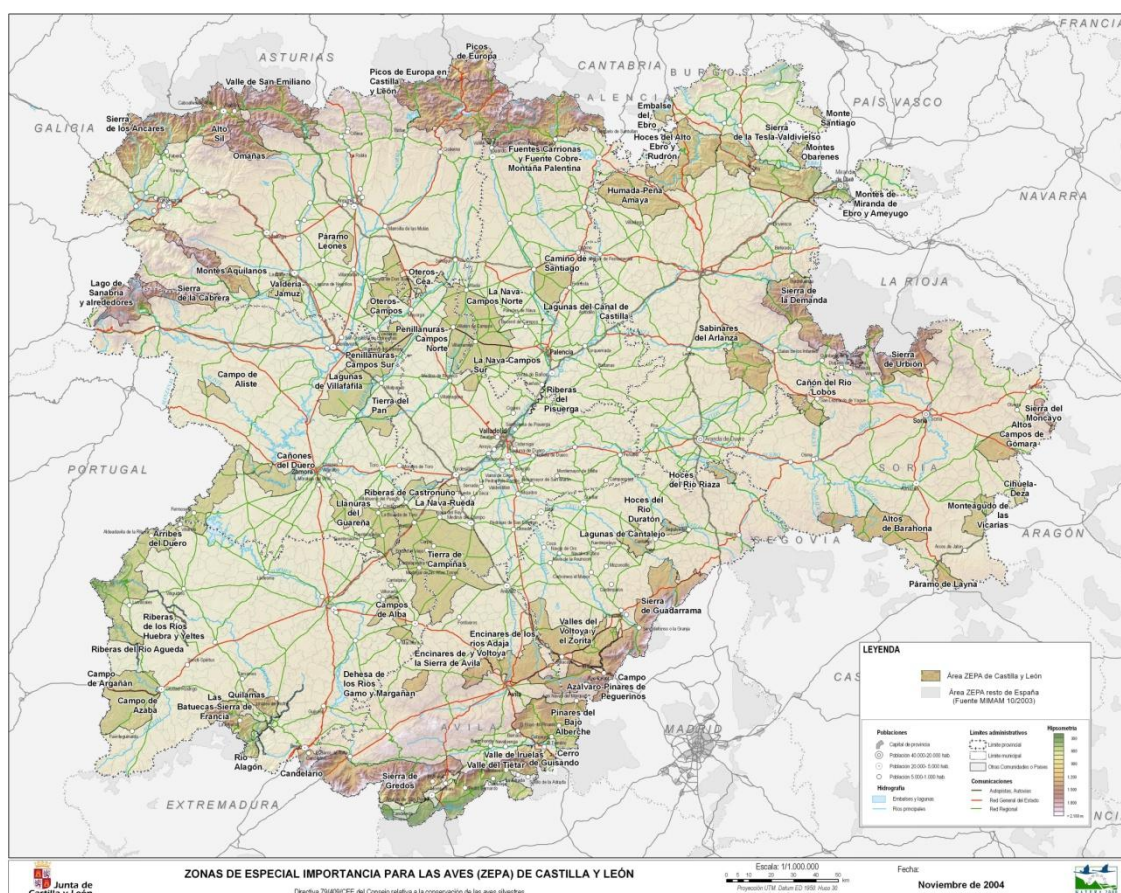


Fig.1- Mapa ZEPA de Castilla y León

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

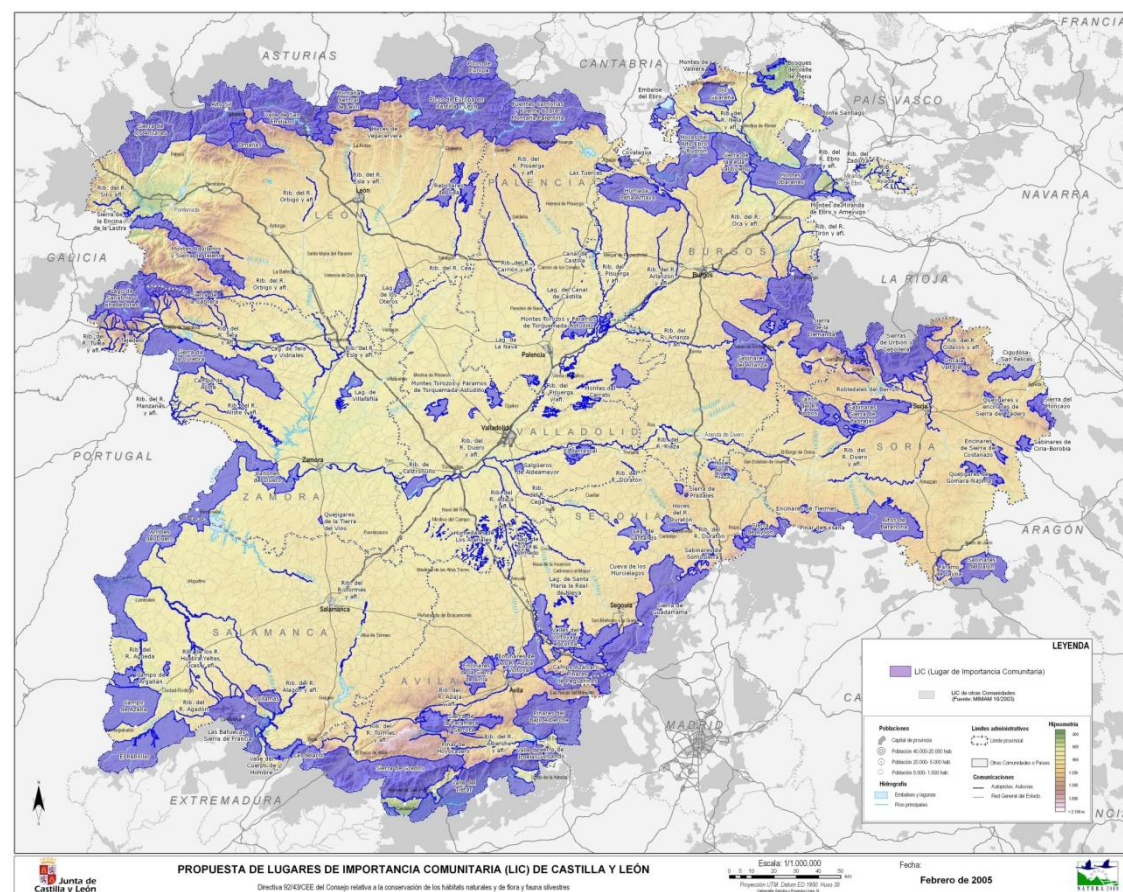


Fig.2- Mapa LIC de Castilla y León

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

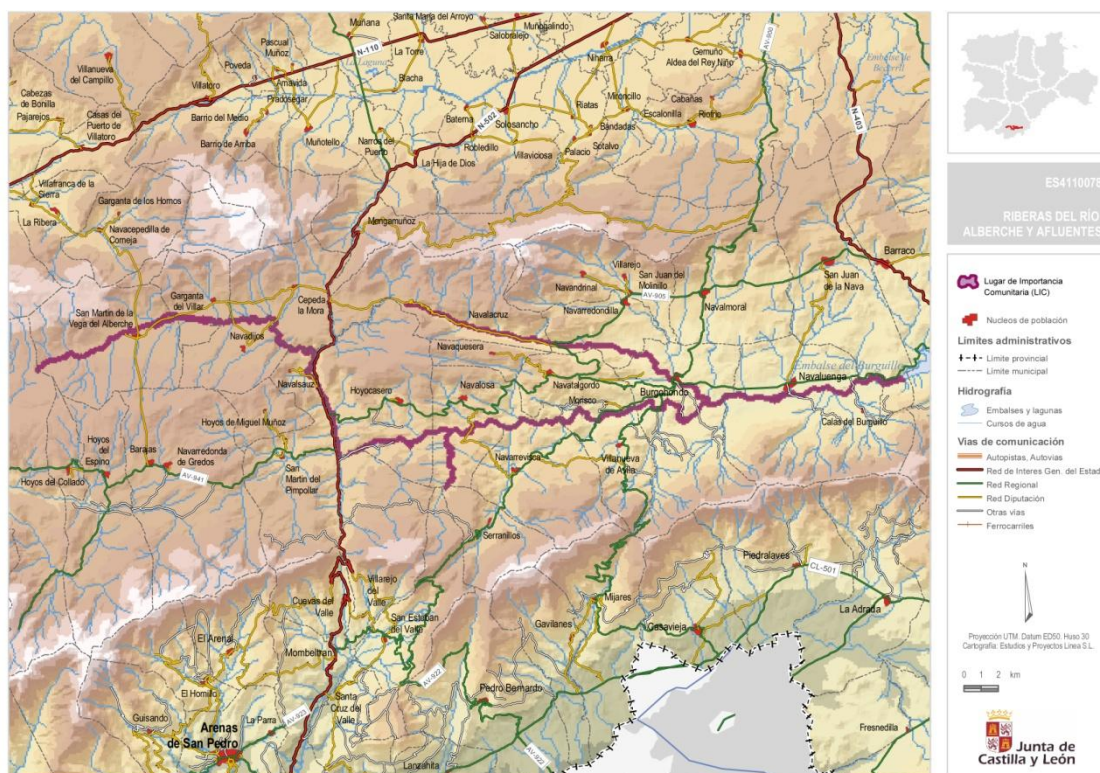


Fig.3- Mapa zona LIC riberas del río Adaja y sus afluentes

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

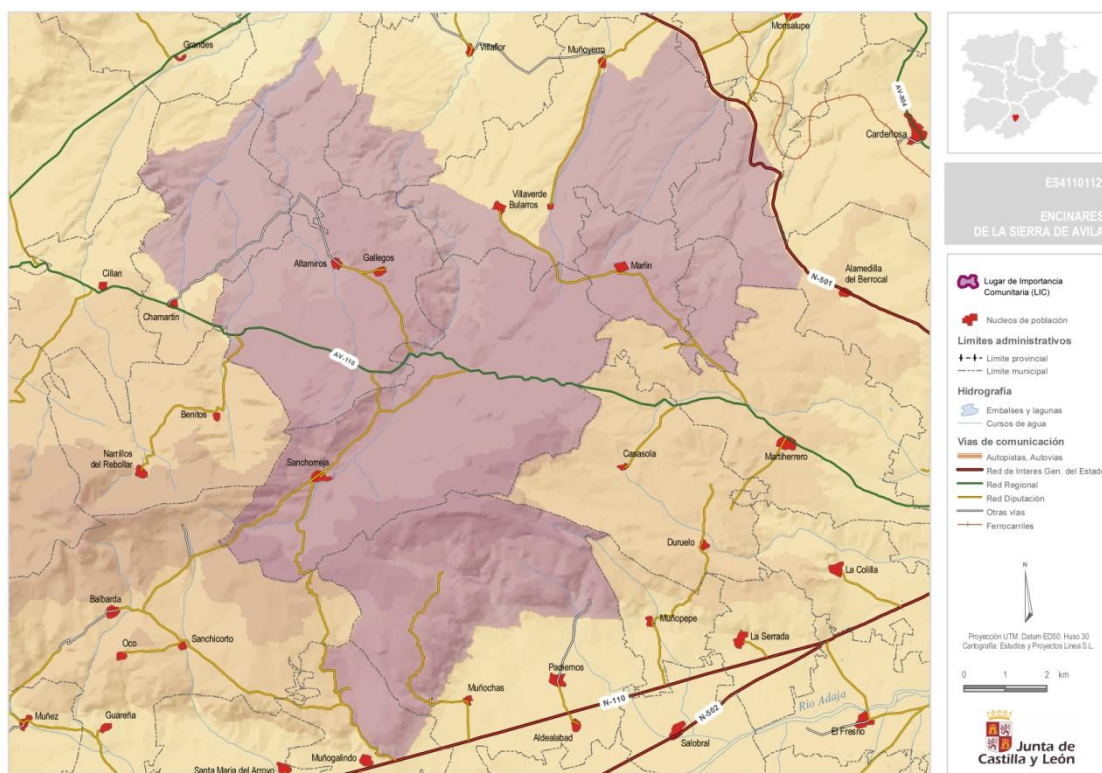


Fig.4- Mapa zona LIC encinares de la Sierra de Ávila



TÉRMINOS MUNICIPALES INCLUIDOS EN RED NATURA 2000 (ÁREAS LIC Y ZEPA) DE LA PROVINCIA DE ÁVILA

% A = Porcentaje sobre el total del municipio; % B = Porcentaje sobre el área total del lugar.

Nota: La suma de superficies puede no corresponder exactamente con la superficie oficial del Lugar debido a discrepancias de precisión entre las bases cartográficas de los Lugares y de los municipios.

PROVINCIA	CÓDIGO	MUNICIPIO	FIGURA NATURA 2000	CODIGO_UE	NOMBRE DEL LUGAR	ÁREA LUGAR (ha)	SUPERFICIE DEL LUGAR EN EL MUNICIPIO (ha)	% A	% B
ÁVILA	5001	Adanero	LIC	ES4160111	Valles del Voltoya y el Zorita	39.660,80	297,13	9	0,7
ÁVILA	5001	Adanero	ZEPA	ES0000188	Valles del Voltoya y el Zorita	49.374,55	1.004,68	32	2,0
ÁVILA	5008	Aldeaseca	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	746,34	31	0,5
ÁVILA	5012	Amavida	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	9,87	1	0,7
ÁVILA	5014	Arenas de San Pedro	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	4.205,65	22	4,9
ÁVILA	5014	Arenas de San Pedro	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	4.205,65	22	4,9
ÁVILA	5014	Arenas de San Pedro	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	10.941,13	56	17,3
ÁVILA	5014	Arenas de San Pedro	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	10.841,46	56	16,8
ÁVILA	5016	Arévalo	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	24,25	1	1,7
ÁVILA	5016	Arévalo	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	23,59	1	0,0
ÁVILA	5019	Avila	LIC	ES4110097	Campo Azálvaro- Pinares de Peguerinos	25.961,11	2.319,17	10	8,9
ÁVILA	5019	Avila	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro- Pinares de Peguerinos	28.373,80	2.955,84	13	10,4
ÁVILA	5019	Avila	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	663,46	3	5,0

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5019	Avila	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Avila	9.495,94	626,59	3	6,6
ÁVILA	5019	Avila	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	4.181,48	18	18,2
ÁVILA	5019	Avila	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	4.448,64	19	16,4
ÁVILA	5019	Avila	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	32,02	0	2,3
ÁVILA	5022	Barraco	LIC	ES4110114	Pinars del Bajo Alberche	49.481,34	6.447,74	42	13,0
ÁVILA	5022	Barraco	ZEPA	ES0000186	Pinars del Bajo Alberche	50.258,78	6.557,70	43	13,0
ÁVILA	5022	Barraco	LIC	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	5.328,50	35	61,8
ÁVILA	5022	Barraco	ZEPA	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	5.328,50	35	61,8
ÁVILA	5023	Barromán	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	813,92	41	0,6
ÁVILA	5024	Becedas	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	18,30	1	1,0
ÁVILA	5026	Bercial de Zapardiel	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	902,77	52	0,6
ÁVILA	5030	Berrocalejo de Aragona	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro-Pinars de Peguerinos	28.373,80	185,53	21	0,7
ÁVILA	5030	Berrocalejo de Aragona	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	569,32	63	2,5
ÁVILA	5030	Berrocalejo de Aragona	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	578,39	64	2,1
ÁVILA	5034	Blasconuño de Matcabras	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	1.298,39	100	0,9
ÁVILA	5037	Bohoyo	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	7.366,51	100	8,5
ÁVILA	5037	Bohoyo	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	7.366,51	100	8,5
ÁVILA	5038	Bonilla de la Sierra	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	3,31	0	0,2
ÁVILA	5039	Brabos	LIC	ES4110112	Encinares	13.326,74	617,77	34	4,6

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

					de la Sierra de Ávila				
ÁVILA	5040	Bularros	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Ávila	13.326,74	2.010,35	65	15,1
ÁVILA	5040	Bularros	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Ávila	9.495,94	2.622,62	85	27,6
ÁVILA	5040	Bularros	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	11,02	0	0,0
ÁVILA	5040	Bularros	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	34,98	1	0,1
ÁVILA	5041	Burgohondo	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	88,68	2	13,6
ÁVILA	5044	Cabezas del Villar	ZEPA	ES0000361	Dehesa del Río Gamo y el Margañán	7.545,12	5.166,42	47	68,5
ÁVILA	5047	Candeleda	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	10.383,91	49	12,0
ÁVILA	5047	Candeleda	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	10.383,91	49	12,0
ÁVILA	5047	Candeleda	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	2.928,96	14	4,6
ÁVILA	5047	Candeleda	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	4.010,00	19	6,2
ÁVILA	5049	Cardeñosa	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Ávila	13.326,74	4,93	0	0,0
ÁVILA	5049	Cardeñosa	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	3.269,43	81	14,2
ÁVILA	5049	Cardeñosa	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	4.021,43	99	14,9
ÁVILA	5052	Casas del Puerto de Villatoro	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	548,66	25	2,4
ÁVILA	5054	Casavieja	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	3.919,95	100	6,2
ÁVILA	5054	Casavieja	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	3.917,53	100	6,1
ÁVILA	5055	Casillas	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	1.195,62	100	1,9
ÁVILA	5055	Casillas	ZEPA	ES0000184	Valle del	64.377,08	1.195,62	100	1,9

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5056	Castellanos de Zapardiel	ZEPA	ES0000204	Tiétar Tierra de Campiñas	139.444,54	1.269,58	100	0,9
ÁVILA	5057	Cebreros	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	11.828,49	86	23,9
ÁVILA	5057	Cebreros	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	12.005,97	87	23,9
ÁVILA	5058	Cepeda la Mora	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	18,59	1	2,9
ÁVILA	5058	Cepeda la Mora	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1.784,08	57	7,9
ÁVILA	5067	Chamartín	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	997,52	65	7,5
ÁVILA	5060	Cisla	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	1.381,60	68	1,0
ÁVILA	5066	Cuevas del Valle	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.150,54	60	1,3
ÁVILA	5066	Cuevas del Valle	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	1.150,54	60	1,3
ÁVILA	5070	Donvidas	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	28,32	2	0,0
ÁVILA	5013	El Arenal	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	2.632,00	97	3,0
ÁVILA	5013	El Arenal	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	2.632,00	97	3,0
ÁVILA	5021	El Barco de Avila	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	47,77	4	2,6
ÁVILA	5076	El Fresno	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	50,16	4	3,6
ÁVILA	5093	El Herradón	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	4.327,11	89	8,7
ÁVILA	5093	El Herradón	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	4.421,82	91	8,8
ÁVILA	5100	El Hornillo	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	2.421,96	100	2,8
ÁVILA	5100	El Hornillo	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	2.421,96	100	2,8
ÁVILA	5102	El Hoyo de Pinares	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	8.043,38	100	16,3
ÁVILA	5102	El Hoyo de Pinares	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	8.042,64	100	16,0

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5112	El Losar	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	103,38	5	5,6
ÁVILA	5241	El Tiemblo	LIC	ES4110113	Cerro de Guisando	3.488,73	2.104,92	28	60,3
ÁVILA	5241	El Tiemblo	ZEPA	ES0000185	Cerro de Guisando	3.655,02	2.228,89	30	61,0
ÁVILA	5241	El Tiemblo	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	176,77	2	0,4
ÁVILA	5241	El Tiemblo	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	193,00	3	0,4
ÁVILA	5241	El Tiemblo	LIC	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	1.618,81	21	18,8
ÁVILA	5241	El Tiemblo	ZEPA	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	1.618,81	21	18,8
ÁVILA	5073	Flores de Avila	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	4.304,11	100	3,1
ÁVILA	5075	Fresnedilla	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	2.448,93	100	3,9
ÁVILA	5075	Fresnedilla	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	2.443,81	100	3,8
ÁVILA	5079	Gallegos de Altamios	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	2.046,49	100	15,4
ÁVILA	5079	Gallegos de Altamios	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Avila	9.495,94	2.046,46	100	21,6
ÁVILA	5080	Gallegos de Sobrinos	ZEPA	ES0000361	Dehesa del Río Gamoy el Margañan	7.545,12	1.979,00	46	26,2
ÁVILA	5081	Garganta del Villar	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	36,10	2	5,5
ÁVILA	5081	Garganta del Villar	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1.026,19	56	4,5
ÁVILA	5082	Gavilanes	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	2.914,83	100	4,6
ÁVILA	5082	Gavilanes	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	2.914,85	100	4,5
ÁVILA	5084	Gilbuena	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	21,34	1	1,2
ÁVILA	5085	Gilgarcía	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.546,04	100	1,8
ÁVILA	5085	Gilgarcía	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	1.546,04	100	1,8
ÁVILA	5089	Guisando	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	2.664,05	71	3,1

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5089	Guisando	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	2.664,05	71	3,1
ÁVILA	5089	Guisando	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	770,91	21	1,2
ÁVILA	5089	Guisando	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	712,14	19	1,1
ÁVILA	5095	Higuera de las Dueñas	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	3.435,74	98	5,4
ÁVILA	5095	Higuera de las Dueñas	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	3.298,64	94	5,1
ÁVILA	5099	Horcajo de las Torres	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	4.731,87	100	3,4
ÁVILA	5101	Hoyocasero	LIC	ES4110020	Pinar de Hoyocasero	431,49	431,49	8	100,0
ÁVILA	5101	Hoyocasero	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	41,48	1	6,4
ÁVILA	5103	Hoyorredondo	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	11,84	1	0,6
ÁVILA	5104	Hoyos del Collado	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	20,00	2	0,0
ÁVILA	5104	Hoyos del Collado	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	20,00	2	0,0
ÁVILA	5105	Hoyos del Espino	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	3.592,72	68	4,2
ÁVILA	5105	Hoyos del Espino	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	3.592,72	68	4,2
ÁVILA	5108	Junciana	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	24,48	2	1,3
ÁVILA	5002	La Adrada	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	4.350,52	74	6,9
ÁVILA	5002	La Adrada	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	4.332,27	74	6,7
ÁVILA	5051	La Carrera	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.416,80	100	1,6
ÁVILA	5051	La Carrera	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	1.416,81	100	1,6
ÁVILA	5096	La Hija de Dios	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	13,27	1	1,0
ÁVILA	5096	La Hija de Dios	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	155,79	12	0,7
ÁVILA	5097	La Horcajada	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	114,67	2	6,3
ÁVILA	5247	La Torre	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	50,70	1	3,6

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5110	Lanzahita	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	3.365,32	100	5,3
ÁVILA	5110	Lanzahita	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	3.366,71	100	5,2
ÁVILA	5168	Las Navas del Marqués	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	4.987,84	51	10,1
ÁVILA	5168	Las Navas del Marqués	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	5.286,38	54	10,5
ÁVILA	5113	Los Llanos de Tormes	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	45,25	3	0,1
ÁVILA	5113	Los Llanos de Tormes	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	45,25	3	0,1
ÁVILA	5114	Madrigal de las Altas Torres	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	10.679,59	100	7,7
ÁVILA	5115	Maello	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	3.717,68	57	16,2
ÁVILA	5115	Maello	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	3.874,85	59	14,3
ÁVILA	5115	Maello	LIC	ES4160111	Valles del Voltoya y el Zorita	39.660,80	413,13	6	1,0
ÁVILA	5115	Maello	ZEPA	ES0000188	Valles del Voltoya y el Zorita	49.374,55	535,73	8	1,1
ÁVILA	5116	Malpartida de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	6,93	0	0,4
ÁVILA	5117	Mamblas	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	2.062,99	86	1,5
ÁVILA	5120	Marlín	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	641,13	100	4,8
ÁVILA	5120	Marlín	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Avila	9.495,94	639,16	100	6,7
ÁVILA	5123	Mediana de Voltoya	LIC	ES4110097	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	25.961,11	651,83	35	2,5
ÁVILA	5123	Mediana de Voltoya	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	28.373,80	936,61	51	3,3
ÁVILA	5123	Mediana de Voltoya	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	716,20	39	3,1

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5123	Mediana de Voltoya	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	720,33	39	2,7
ÁVILA	5125	Mengamuñoz	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	9,93	1	0,7
ÁVILA	5125	Mengamuñoz	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	470,74	40	2,1
ÁVILA	5126	Mesegar de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	7,57	1	0,4
ÁVILA	5127	Mijares	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	4.690,75	100	7,4
ÁVILA	5127	Mijares	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	4.688,27	100	7,3
ÁVILA	5128	Mingorría	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	1.971,36	64	8,6
ÁVILA	5128	Mingorría	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	3.067,98	100	11,3
ÁVILA	5132	Mombeltrán	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	402,62	8	0,5
ÁVILA	5132	Mombeltrán	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	402,62	8	0,5
ÁVILA	5132	Mombeltrán	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	3.150,98	63	5,0
ÁVILA	5132	Mombeltrán	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	3.146,88	63	4,9
ÁVILA	5133	Monsalupe	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	24,23	1	0,2
ÁVILA	5133	Monsalupe	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Avila	9.495,94	25,00	1	0,3
ÁVILA	5133	Monsalupe	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	424,22	24	1,8
ÁVILA	5133	Monsalupe	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	1.712,28	97	6,3
ÁVILA	5134	Moraleja de Matacabras	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	1.492,56	100	1,1
ÁVILA	5138	Muñogalindo	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	331,92	18	2,5
ÁVILA	5143	Muñotello	LIC	ES4180081	Riberas del	1.390,68	12,81	1	0,9

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

					Río Adaja y afluentes				
ÁVILA	5143	Muñotello	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	51,41	3	0,2
ÁVILA	5148	Narros del Puerto	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	71,24	7	5,1
ÁVILA	5153	Nava del Barco	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	2.938,29	100	3,4
ÁVILA	5153	Nava del Barco	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	2.938,29	100	3,4
ÁVILA	5151	Navacepedilla de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	36,04	1	2,0
ÁVILA	5151	Navacepedilla de Corneja	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1.464,33	50	6,5
ÁVILA	5154	Navadijos	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	26,63	1	4,1
ÁVILA	5156	Navahondilla	LIC	ES4110113	Cerro de Guisando	3.488,73	1.380,76	63	39,6
ÁVILA	5156	Navahondilla	ZEPA	ES0000185	Cerro de Guisando	3.655,02	1.423,03	65	38,9
ÁVILA	5157	Navalacruz	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	49,88	1	7,7
ÁVILA	5157	Navalacruz	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	3.226,49	65	14,2
ÁVILA	5158	Navalmoral	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	192,68	4	0,9
ÁVILA	5159	Navalonguilla	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	9.053,13	100	10,5
ÁVILA	5159	Navalonguilla	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	9.053,13	100	10,5
ÁVILA	5160	Navalosa	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	70,48	2	10,8
ÁVILA	5161	Navalperal de Pinares	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	1.938,69	39	3,9
ÁVILA	5161	Navalperal de Pinares	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	1.988,45	40	4,0
ÁVILA	5162	Navalperal de Tormes	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	4.264,95	70	4,9
ÁVILA	5162	Navalperal de Tormes	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	4.264,95	70	4,9

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Tormes					Gredos				
ÁVILA	5163	Navaluenga	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	89,65	1	13,8
ÁVILA	5163	Navaluenga	LIC	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	1.339,45	18	15,5
ÁVILA	5163	Navaluenga	ZEPA	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	1.339,45	18	15,5
ÁVILA	5165	Navarredonda de Gredos	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	2.777,69	35	3,2
ÁVILA	5165	Navarredonda de Gredos	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	2.777,69	35	3,2
ÁVILA	5166	Navarredondilla	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	29,25	1	4,5
ÁVILA	5166	Navarredondilla	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1,96	0	0,0
ÁVILA	5167	Navarrevisca	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	10,89	0	1,7
ÁVILA	5169	Navatalgordo	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	18,07	1	2,8
ÁVILA	5170	Navatejares	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.105,59	100	1,3
ÁVILA	5170	Navatejares	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	1.105,59	100	1,3
ÁVILA	5172	Niharra	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	19,91	2	1,4
ÁVILA	5173	Ojos-Albos	LIC	ES4110097	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	25.961,11	813,59	19	3,1
ÁVILA	5173	Ojos-Albos	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	28.373,80	358,12	8	1,3
ÁVILA	5173	Ojos-Albos	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	1.891,56	44	8,2
ÁVILA	5173	Ojos-Albos	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	1.900,77	44	7,0
ÁVILA	5176	Padiernos	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra	13.326,74	2.064,40	56	15,5

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

					de Ávila				
ÁVILA	5178	Palacios de Goda	LIC	ES4180147	Humedales de Los Arenales	3.328,28	144,44	3	4,3
ÁVILA	5178	Palacios de Goda	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	69,90	1	0,1
ÁVILA	5182	Pedro Bernardo	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	6.897,93	100	10,9
ÁVILA	5182	Pedro Bernardo	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	6.893,74	100	10,7
ÁVILA	5184	Peguerinos	LIC	ES4110097	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	25.961,11	5.459,90	63	21,0
ÁVILA	5184	Peguerinos	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	28.373,80	6.318,83	73	22,3
ÁVILA	5186	Piedrahita	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	26,52	1	1,4
ÁVILA	5187	Piedralaves	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	5.273,97	95	8,3
ÁVILA	5187	Piedralaves	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	5.267,22	95	8,2
ÁVILA	5191	Pradosegar	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	10,16	1	0,7
ÁVILA	5191	Pradosegar	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	158,04	14	0,7
ÁVILA	5192	Puerto Castilla	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	4.304,33	99	5,0
ÁVILA	5192	Puerto Castilla	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	4.304,33	99	5,0
ÁVILA	5193	Rasueros	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	4.066,24	100	2,9
ÁVILA	5195	Riofrío	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	837,96	13	3,7
ÁVILA	5197	Salobral	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	16,69	2	1,2
ÁVILA	5199	San Bartolomé de Béjar	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	28,88	2	1,6
ÁVILA	5200	San Bartolomé de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	18,26	2	1,0
ÁVILA	5201	San Bartolomé de Pinares	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	7.443,35	100	15,0
ÁVILA	5201	San Bartolomé	ZEPA	ES0000186	Pinares del	50.258,78	7.435,03	100	14,8

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

de Pinares					Bajo Alberche				
ÁVILA	5206	San Esteban de los Patos	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	986,58	95	4,3
ÁVILA	5206	San Esteban de los Patos	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	1.035,53	100	3,8
ÁVILA	5208	San Esteban de Zapardiel	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	1.298,35	100	0,9
ÁVILA	5207	San Esteban del Valle	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	753,18	20	0,9
ÁVILA	5207	San Esteban del Valle	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	753,18	20	0,9
ÁVILA	5207	San Esteban del Valle	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	1.699,09	46	2,7
ÁVILA	5207	San Esteban del Valle	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	1.692,16	46	2,6
ÁVILA	5901	San Juan de Gredos	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	3.733,07	39	4,3
ÁVILA	5901	San Juan de Gredos	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	3.733,07	39	4,3
ÁVILA	5211	San Juan de la Nava	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	137,38	2	0,3
ÁVILA	5211	San Juan de la Nava	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	135,62	2	0,3
ÁVILA	5211	San Juan de la Nava	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	23,78	0	3,7
ÁVILA	5211	San Juan de la Nava	LIC	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	332,26	5	3,9
ÁVILA	5211	San Juan de la Nava	ZEPA	ES0000116	Valle de Iruelas	8.619,07	332,26	5	3,9
ÁVILA	5212	San Juan del Molinillo	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1.525,38	43	6,7
ÁVILA	5214	San Lorenzo de Tormes	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	30,59	2	1,7
ÁVILA	5215	San Martín de la Vega del Alberche	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	85,26	2	13,1
ÁVILA	5216	San Martín del Pimpollar	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	42,66	1	6,6
ÁVILA	5216	San Martín del	LIC	ES4110002	Sierra de	86.397,84	1.538,00	34	1,8

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5216	Pimpollar San Martín del Pimpollar	ZEPA	ES4110002	Gredos Sierra de Gredos	86.397,04	1.538,00	34	1,8
ÁVILA	5217	San Miguel de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	21,92	3	1,2
ÁVILA	5204	Sanchidrián	LIC	ES4160111	Valles del Voltoya y el Zorita	39.660,80	499,14	19	1,3
ÁVILA	5204	Sanchidrián	ZEPA	ES0000188	Valles del Voltoya y el Zorita	49.374,55	605,65	23	1,2
ÁVILA	5205	Sanchorreja	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	3.531,02	100	26,5
ÁVILA	5205	Sanchorreja	ZEPA	ES4110086	Encinares de la Sierra de Avila	9.495,94	3.530,98	100	37,2
ÁVILA	5222	Santa Cruz de Pinares	LIC	ES4110114	Pinares del Bajo Alberche	49.481,34	4.135,53	100	8,4
ÁVILA	5222	Santa Cruz de Pinares	ZEPA	ES0000186	Pinares del Bajo Alberche	50.258,78	4.135,14	100	8,2
ÁVILA	5221	Santa Cruz del Valle	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	2.841,07	96	4,5
ÁVILA	5221	Santa Cruz del Valle	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	2.848,22	96	4,4
ÁVILA	5225	Santa María del Berrocal	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	2,60	0	0,1
ÁVILA	5902	Santa María del Cubillo	LIC	ES4110097	Campo Azálvaro- Pinares de Peguerinos	25.961,11	2.214,51	34	8,5
ÁVILA	5902	Santa María del Cubillo	ZEPA	ES0000189	Campo Azálvaro- Pinares de Peguerinos	28.373,80	2.212,93	34	7,8
ÁVILA	5902	Santa María del Cubillo	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	54,67	1	0,2
ÁVILA	5902	Santa María del Cubillo	LIC	ES4160111	Valles del Voltoya y el Zorita	39.660,80	30,49	0	0,1
ÁVILA	5227	Santa María del Tiétar	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	824,74	69	1,3
ÁVILA	5227	Santa María del Tiétar	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	888,07	74	1,4
ÁVILA	5904	Santiago de Tormes	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.970,55	29	2,3
ÁVILA	5904	Santiago de	ZEPA	ES4110002	Sierra de	86.397,04	1.970,55	29	2,3

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Tormes					Gredos				
ÁVILA	5229	Santo Domingo de las Posadas	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	3,91	0	0,0
ÁVILA	5235	Sinlabajos	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	1.370,50	68	1,0
ÁVILA	5236	Solana de Avila	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	6.832,82	100	7,9
ÁVILA	5236	Solana de Avila	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	6.832,47	100	7,9
ÁVILA	5238	Solosancho	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	46,89	1	3,4
ÁVILA	5238	Solosancho	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	747,00	14	3,3
ÁVILA	5239	Sotalvo	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	14,41	0	1,0
ÁVILA	5239	Sotalvo	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	5.650,51	62	24,9
ÁVILA	5240	Sotillo de la Adrada	LIC	ES4110115	Valle del Tiétar	63.354,69	1.656,03	38	2,6
ÁVILA	5240	Sotillo de la Adrada	ZEPA	ES0000184	Valle del Tiétar	64.377,08	1.769,12	41	2,7
ÁVILA	5243	Tolbaños	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	4.799,48	92	20,9
ÁVILA	5243	Tolbaños	ZEPA	ES0000190	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	27.047,93	5.199,27	100	19,2
ÁVILA	5244	Tormellas	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	916,38	99	1,1
ÁVILA	5244	Tormellas	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	916,38	99	1,1
ÁVILA	5249	Umbrías	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	1.169,14	100	1,4
ÁVILA	5249	Umbrías	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	1.169,14	100	1,4
ÁVILA	5254	Velayos	LIC	ES4110103	Encinares de los ríos Adaja y Voltoya	23.007,32	57,92	3	0,3
ÁVILA	5256	Villaflor	LIC	ES4110112	Encinares de la Sierra de Avila	13.326,74	394,85	21	3,0
ÁVILA	5257	Villafranca de la Sierra	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	30,79	1	1,7

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ÁVILA	5257	Villafranca de la Sierra	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	1.772,66	45	7,8
ÁVILA	5905	Villanueva de Avila	LIC	ES4110078	Riberas del Río Alberche y afluentes	651,02	18,98	1	2,9
ÁVILA	5259	Villanueva del Aceral	ZEPA	ES0000204	Tierra de Campiñas	139.444,54	579,51	33	0,4
ÁVILA	5260	Villanueva del Campillo	ZEPA	ES0000361	Dehesa del Río Gamo y el Margañán	7.545,12	375,12	8	5,0
ÁVILA	5261	Villar de Corneja	LIC	ES4150085	Riberas del Río Tormes y afluentes	1.834,49	19,80	3	1,1
ÁVILA	5262	Villarejo del Valle	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	3.563,58	86	4,1
ÁVILA	5262	Villarejo del Valle	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	3.563,58	86	4,1
ÁVILA	5263	Villatoro	LIC	ES4180081	Riberas del Río Adaja y afluentes	1.390,68	53,73	1	3,9
ÁVILA	5263	Villatoro	LIC	ES4110034	Sierra de la Paramera y Serrota	22.663,15	3.048,51	54	13,5
ÁVILA	5267	Zapardiel de la Ribera	LIC	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,84	3.578,00	82	4,1
ÁVILA	5267	Zapardiel de la Ribera	ZEPA	ES4110002	Sierra de Gredos	86.397,04	3.578,00	82	4,1

Anexo.- Nº3
TOPOGRAFÍA

ANEXO Nº3: TOPOGRAFÍA

INDICE

1. CONSIDERACIONES GENERALES	3
2. INSTRUMENTACIÓN Y METODOLOGÍA	3
3. DATOS DE CAMPO	4
4. MAPAS	4

1. CONSIDERACIONES GENERALES

El Objeto del presente trabajo es la obtención de la cartografía y topografía de las diferentes zonas elegidas para la ubicación del vertedero o relleno sanitario.

En el presente anexo se exponen las tareas realizadas y las metodologías empleadas en la obtención de la cartografía y topografía.

Se realizarán los siguientes trabajos una vez decidido el emplazamiento más adecuado:

- Colocación de una red de bases de replanteo, cálculo y compensación de dichas bases.
- Nivelación de las bases.
- Cálculo de coordenadas de las bases colocadas.
- Levantamientos taquimétricos del terreno tanto en la zona del vertedero como en la parcela que rodea al mismo, tomando los caminos de acceso, canales de riego, cunetas, caballones de tierra, excavaciones próximas, etc.

2. INSTRUMENTACIÓN Y METODOLOGÍA

2.1. INSTRUMENTAL UTILIZADO

Para la toma de datos se utilizará un GPS TRIMBLE R6, aparato de última generación que en base a observaciones a satélites nos captura coordenadas tridimensionales con precisión centimétricas.

2.2. METODOLOGÍA

El levantamiento topográfico de un lugar, consiste en la toma de datos en el propio terreno para su posterior procesado en gabinete (transformamos la observaciones de campo en coordenadas tridimensionales), teniendo como resultado final una representación tridimensional del terreno (modelo digital del terreno) que nos servirá como base de todo el proyecto.

Se materializarán tres Bases de Replanteo en el sistema de coordenadas UTM (30 grados Norte). Para trabajar en dicho sistema partiremos de una primera observación que nos da el receptor base con una precisión métrica, a partir de aquí, se tomará el resto del trabajo con precisión centimétrica respecto a la primera observación. Las

bases nos servirán en un futuro para nuevas mediciones y replanteos si fuese necesario.

Se realizará el trabajo estacionando el receptor de referencia en la base denominada BNR-1, para a partir de aquí tomar todos los puntos que definen la geometría de la zona.

3. DATOS DE CAMPO

En este apartado se mostrarán las coordenadas de las Bases establecidas en campo y también las coordenadas de los puntos tomados en campo para la obtención de las mediciones reales sobre el terreno.

4. MAPAS

La Colilla



Fig.1- Vista general de la antigua cantera de granito, caminos de acceso, y municipio de La Colilla.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



Fig.2- Vista detalle de la antigua cantera de granito, y caminos de acceso.



Fig.3- Detalle del Vaso de Vertido nº1.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

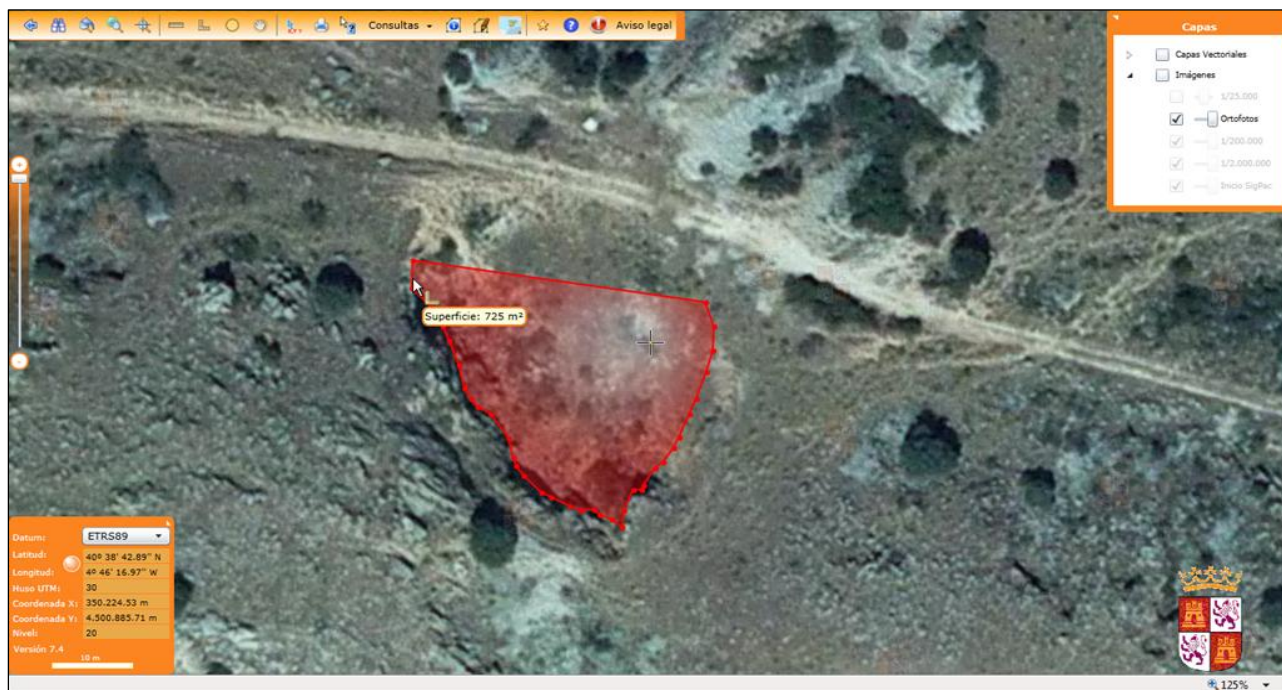


Fig.4- Detalle del Vaso de Vertido nº2.

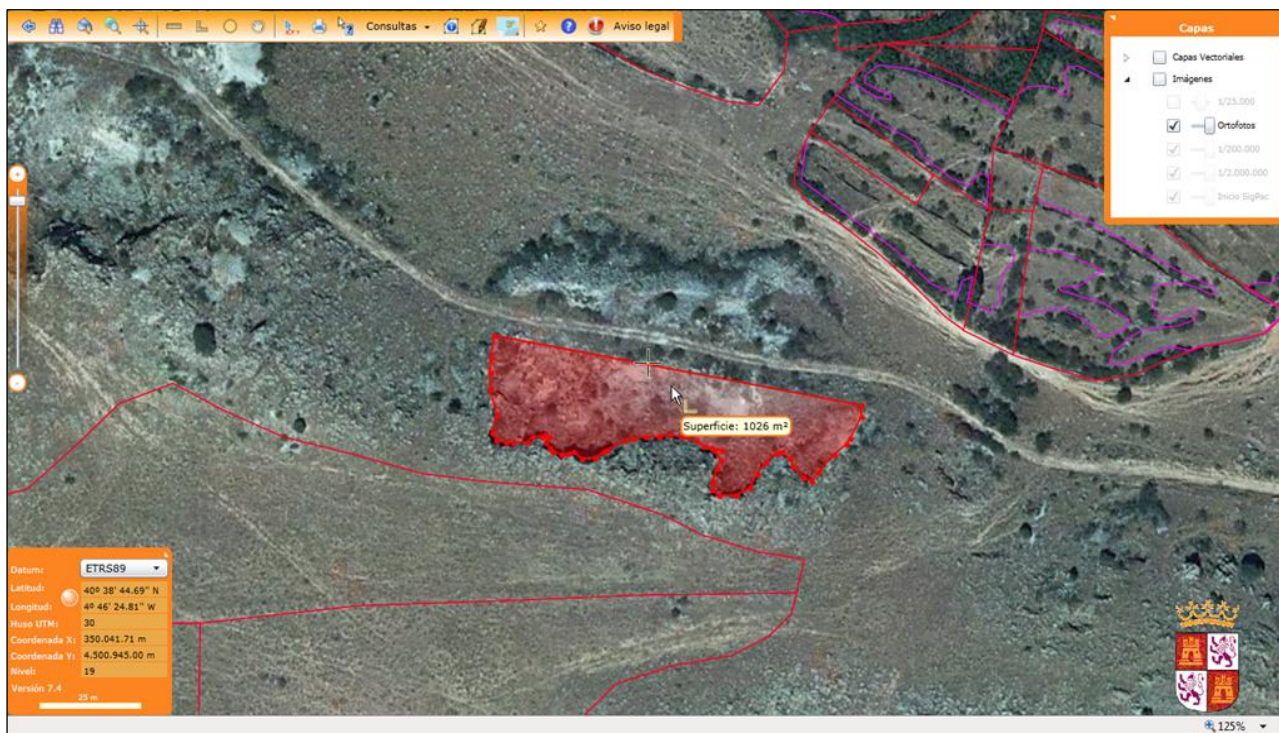


Fig.5- Detalle del Vaso de Vertido nº3.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



Fig.6- Detalle del Vaso de Vertido nº4.



Fig.7- Detalle del Vaso de Vertido nº5.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

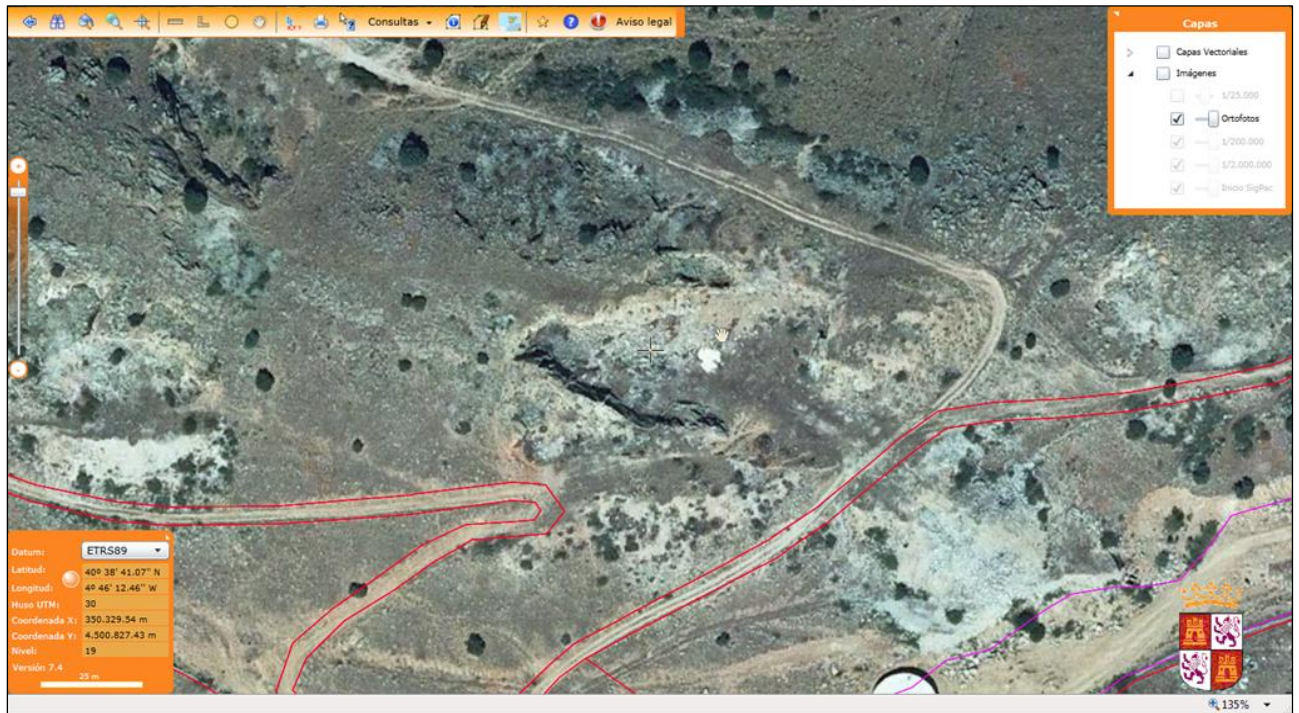


Fig.8- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº1

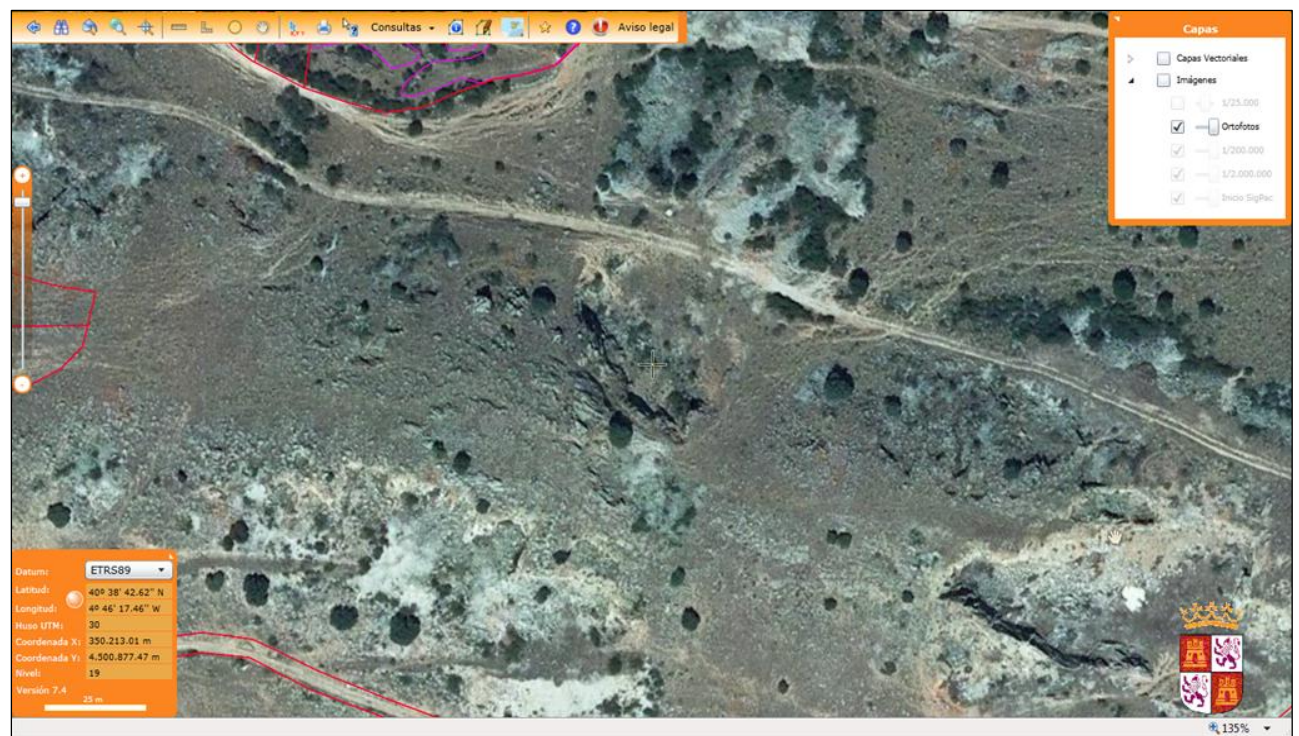


Fig.9- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº2.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

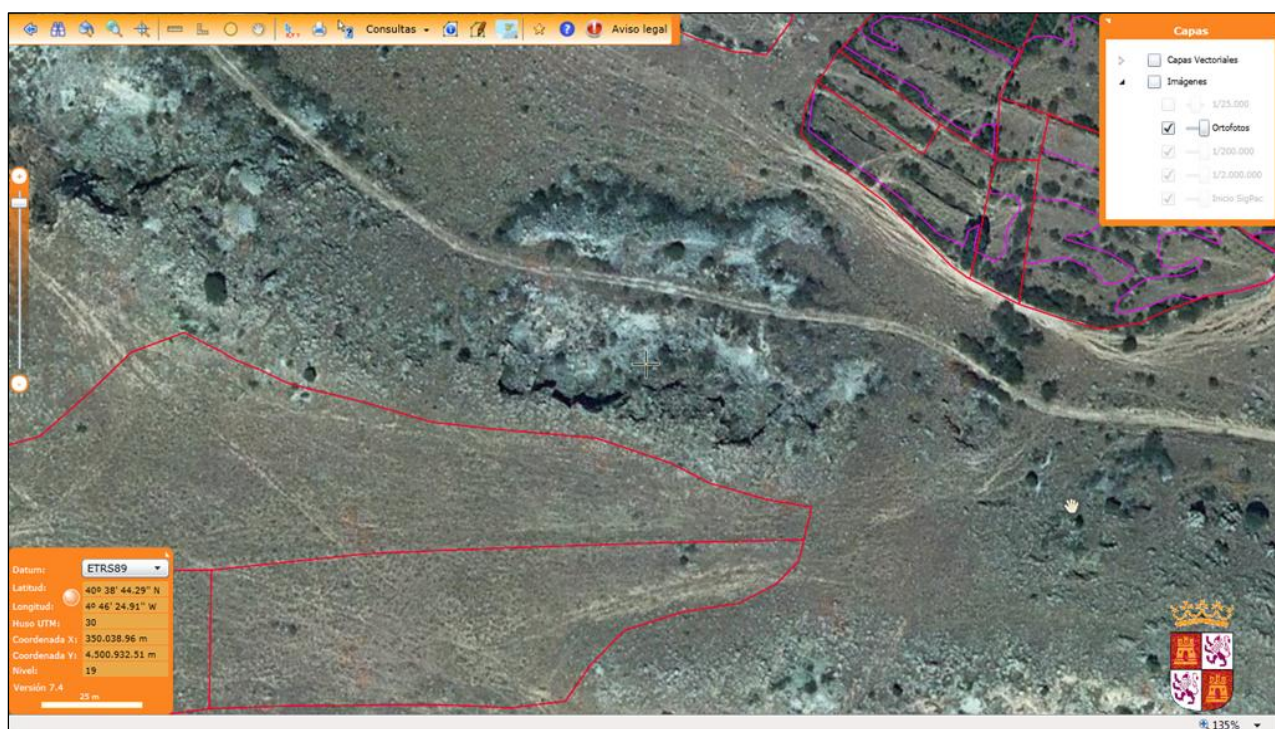


Fig.10- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº3.

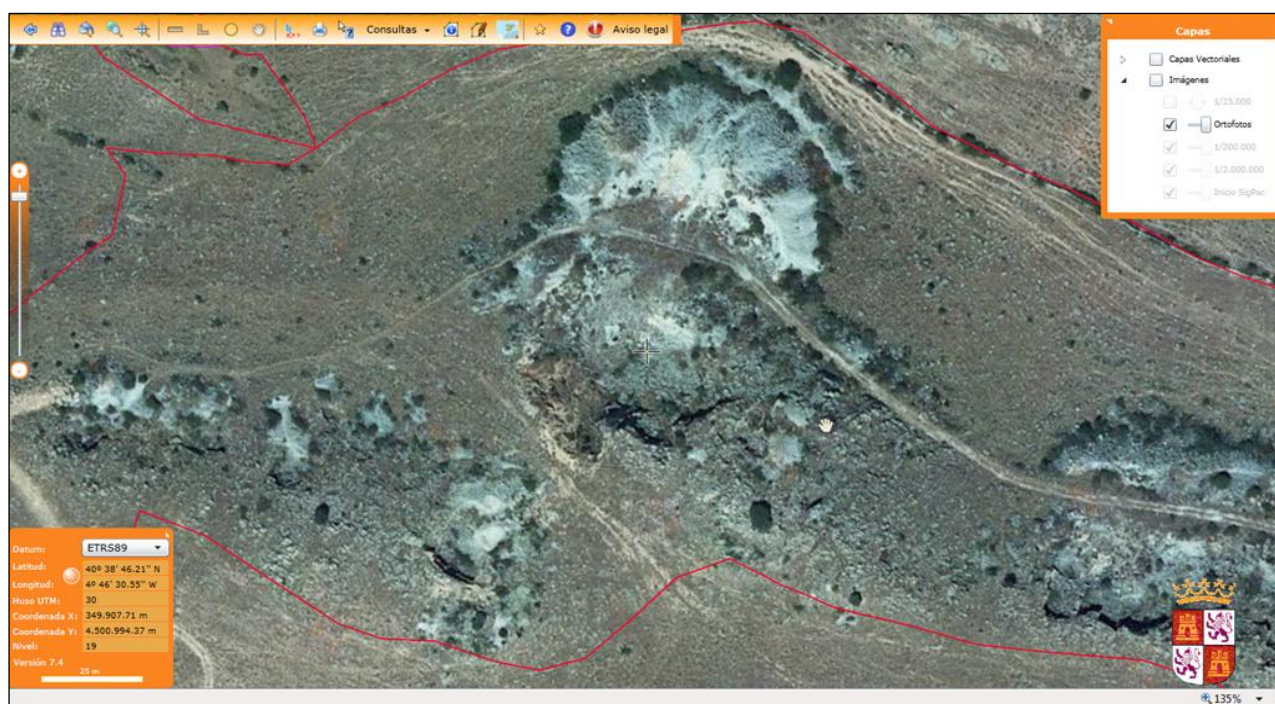


Fig.11- Ortofoto y coordenadas de un punto céntrico del Vaso de Vertido nº4.

Gemuño

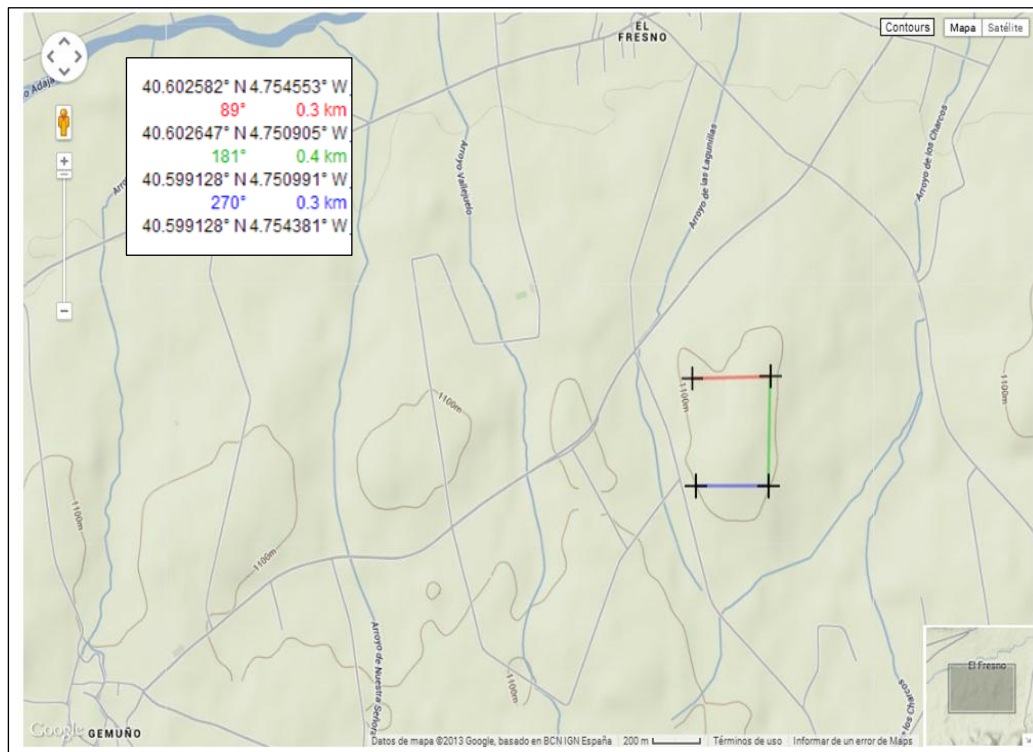


Fig.12- Coordenadas aproximadas de los vértices del área seleccionada

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

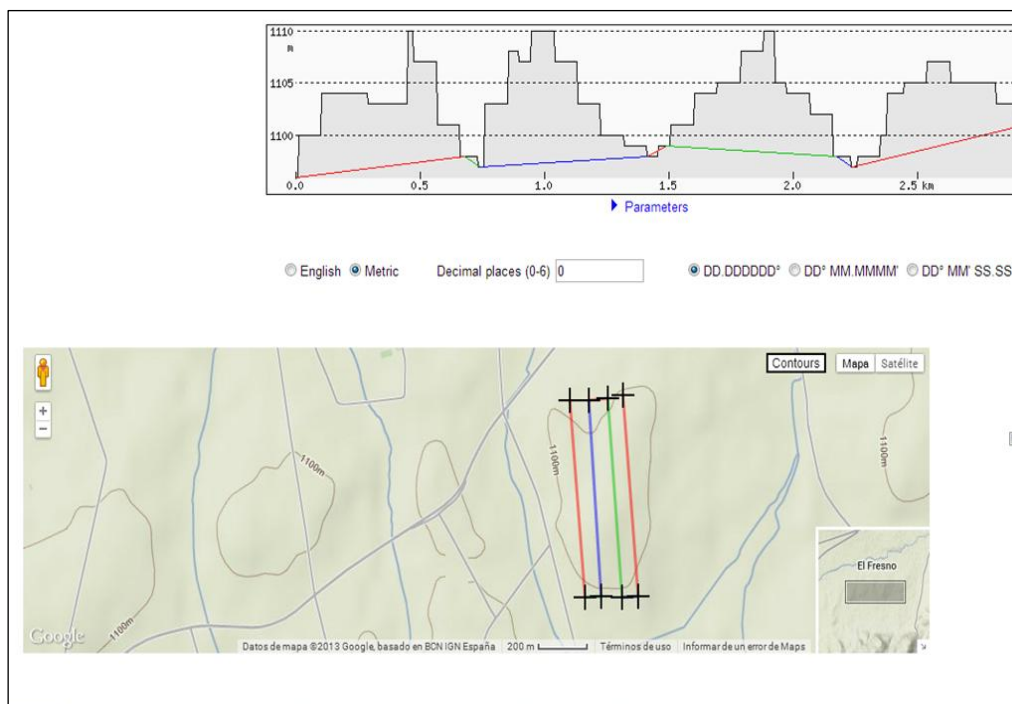


Fig.13- Secciones longitudinales del área seleccionada

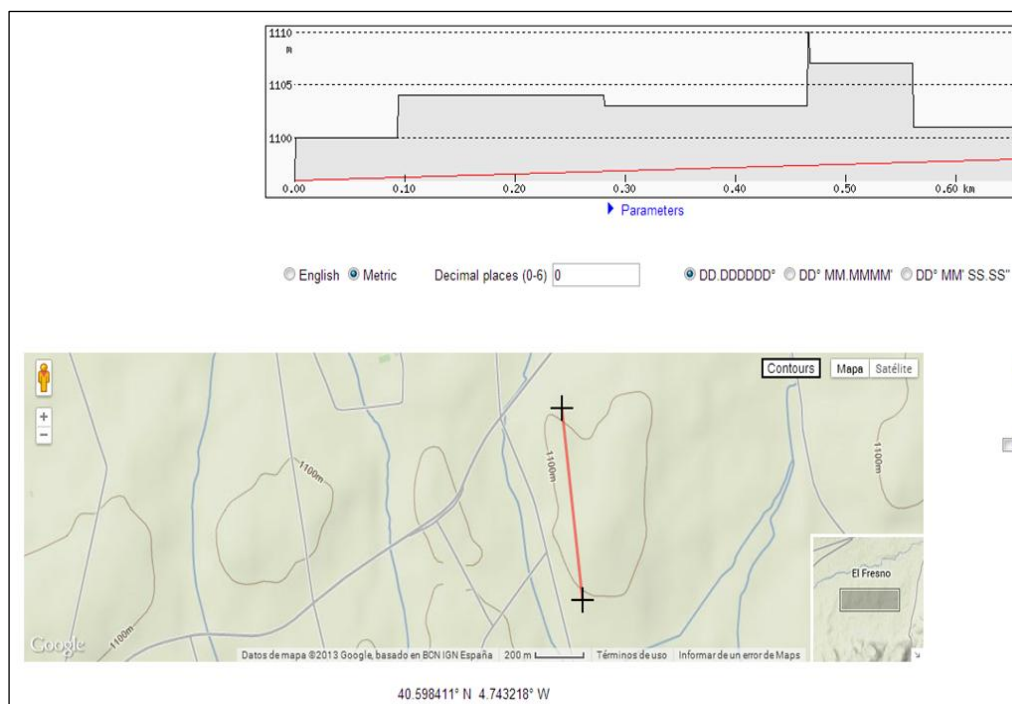


Fig.14- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

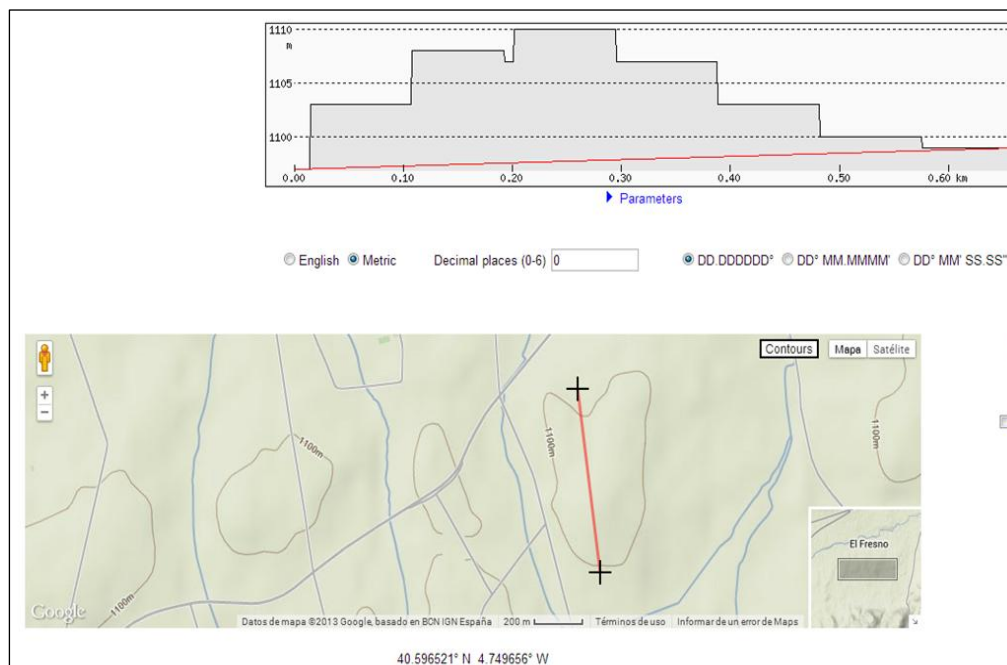


Fig.15- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

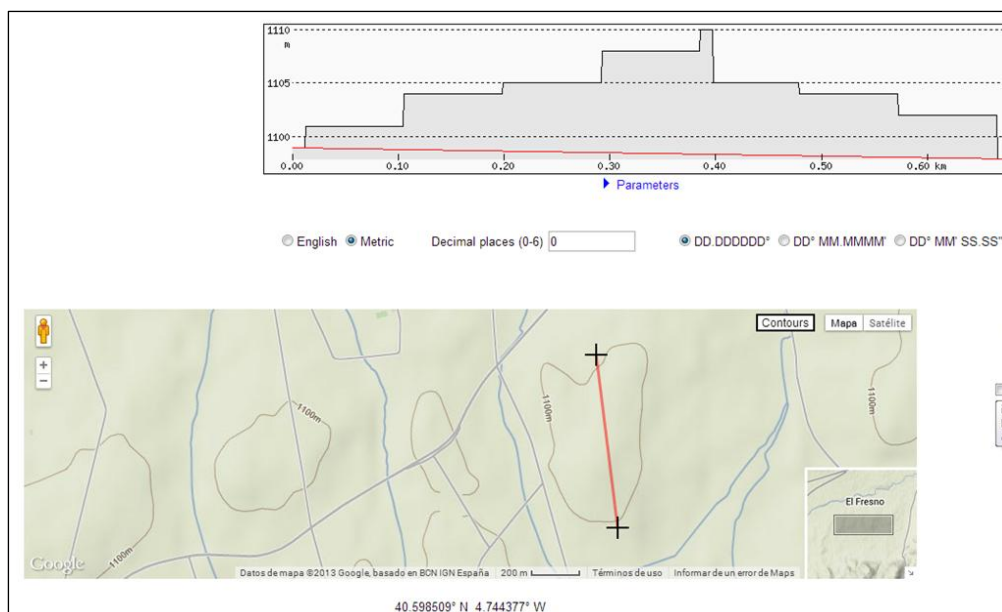


Fig.16- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

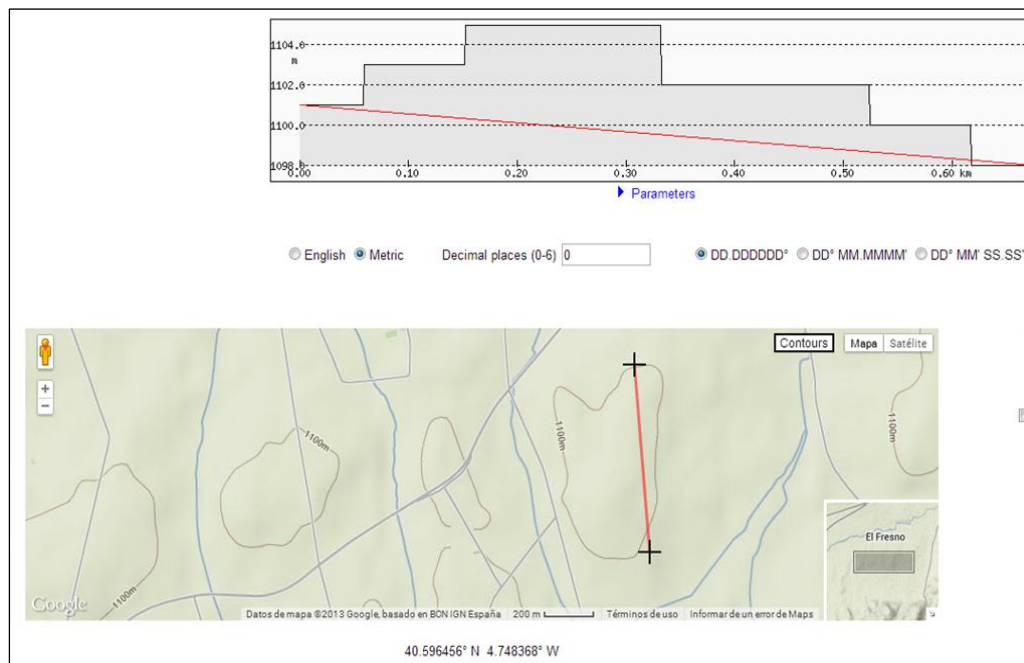


Fig.17- Detalle de sección longitudinal del área seleccionada

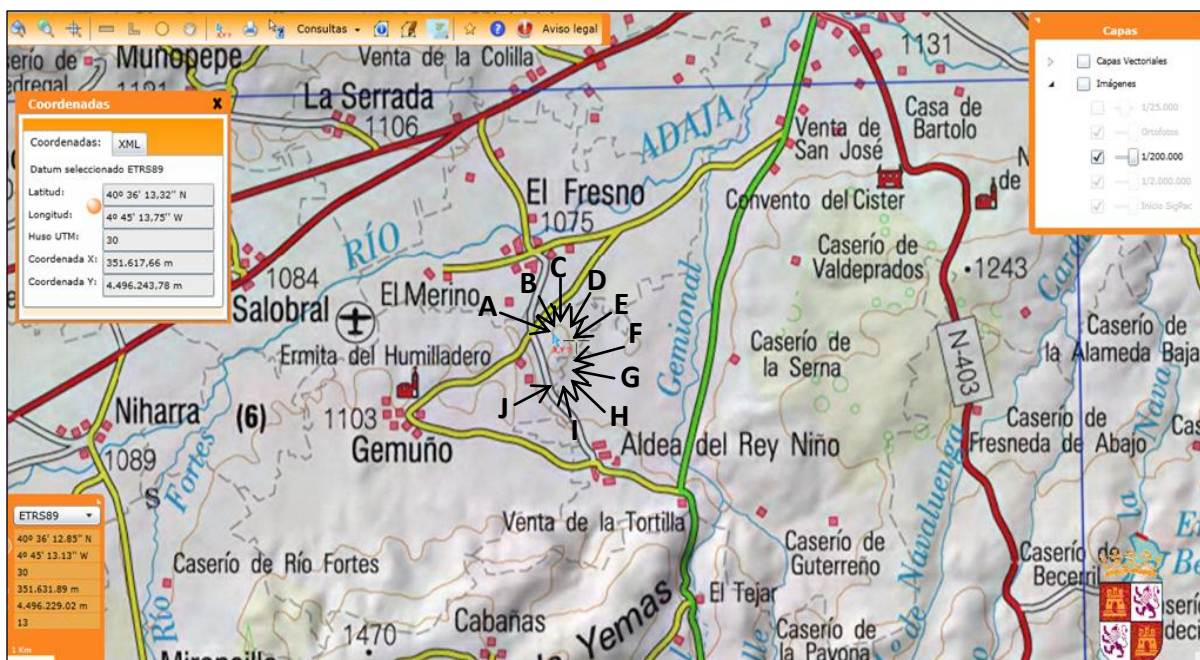


Fig.18- Detalle de sección transversal del área seleccionada

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

A continuación se dan una serie de capturas de distintos puntos que dibujan aproximadamente el área donde se realizará la obra.



Coordenadas

Coordenadas: XML **A**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 13,32" N

Longitud: 4° 45' 13,75" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.617,66 m

Coordenada Y: 4.496.243,78 m

Coordenadas

Coordenadas: XML **B**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 15,67" N

Longitud: 4° 45' 11,89" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.662,67 m

Coordenada Y: 4.496.315,25 m

Coordenadas

Coordenadas: XML **C**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 17,07" N

Longitud: 4° 45' 8,80" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.736,16 m

Coordenada Y: 4.496.357,21 m

Coordenadas

Coordenadas: XML **D**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 14,73" N

Longitud: 4° 45' 4,48" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.836,38 m

Coordenada Y: 4.496.282,85 m

Coordenadas

Coordenadas: XML **E**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 10,97" N

Longitud: 4° 45' 2,62" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.877,65 m

Coordenada Y: 4.496.166,23 m

Coordenadas

Coordenadas: XML **F**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 7,69" N

Longitud: 4° 45' 2,01" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.890,16 m

Coordenada Y: 4.496.064,67 m

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Coordenadas X

Coordenadas: XML **G**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 5,81" N

Longitud: 4° 45' 0,77" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.918,06 m

Coordenada Y: 4.496.006,22 m

Coordenadas X

Coordenadas: XML **H**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 3,00" N

Longitud: 4° 45' 0,77" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.916,34 m

Coordenada Y: 4.495.919,41 m

Coordenadas X

Coordenadas: XML **I**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 1,12" N

Longitud: 4° 45' 3,24" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.857,09 m

Coordenada Y: 4.495.862,69 m

Coordenadas X

Coordenadas: XML **J**

Datum seleccionado ETRS89

Latitud: 40° 36' 1,12" N

Longitud: 4° 45' 10,66" W

Huso UTM: 30

Coordenada X: 351.682,79 m

Coordenada Y: 4.495.866,16 m

Anexo.- Nº4
FOTOGRAFICO

ANEXO Nº4: FOTOGRÁFICO

La Colilla



Fig.1 Accesos a la antigua cantera de granito.



Fig.2 Accesos a la antigua cantera de granito.



Fig.3 Camino de acceso al Vaso de Vertido nº1.



Fig.4 Camino de acceso al Vaso nº1



Fig.5- Acceso al Vaso nº1.



Fig.6- Vaso nº1



Fig.7- Cara Oeste Vaso nº1



Fig.8- Bloques de granito en Vaso nº1



Fig.9- Vista cara Este y entrada al Vaso nº1



Fig.10- Bloques cara Norte vaso nº1.



Fig.11- Bloques cara Oeste vaso nº1.



Fig.12- Bloques granito vaso nº1.



Fig.13- Bloques de granito y entrada vaso nº1.



Fig.14- Detalle bloques granito Vaso nº1.



Fig.15- Detalle bloques Vaso nº1.



Fig.16- Detalle bloques Vaso nº1.



Fig.17- Cara Sur Vaso nº1.



Fig.18- Cara SO Vaso nº1.



Fig.19- Bloques y cara Oeste Vaso nº1.



Fig.20- Bloques de granito y cara Oeste Vaso nº1.



Fig.21- Bloques de granito y cara NO Vaso nº1.



Fig.22- Bloques de granito y cara Norte Vaso nº1.



Fig.23- Bloques de granito y cara Norte de Vaso nº1.



Fig.24- Bloques de granito y cara NE Vaso nº1.



Fig.25- Cara Este Vaso nº1.



Fig.26- Cara Este Vaso nº1.



Fig.27- Bloques de granito centro Vaso nº1.



Fig.28- Bloques de granito centro Vaso nº1.



Fig.29- Bloques de granito centro Vaso nº1.



Fig.30- Explanada entrada Vaso nº1.



Fig.31- Talud de explanada entrada Vaso nº1.



Fig.32- Talud de explanada entrada vaso nº1.



Fig.33- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Este.



Fig.34- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Este.



Fig.35- Vallado zona Este y camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona NE.



Fig.36- Vallado zona Este y camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona NE.



Fig.37- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Norte.



Fig.38- Hueco de explotación. Volumen insuficiente para almacenar residuos. Zona Norte.



Fig.39- Hueco de explotación. Volumen suficiente para almacenar residuos. Zona Norte



Fig.40- Camino de acceso al Vaso nº2. Zona Norte.



Fig.41- Camino de acceso al Vaso de Vertido nº2. Zona Norte.



Fig.42- Entrada al Vaso nº2.



Fig.43- Cara Este Vaso de Vertido nº2.



Fig.44- Cara S-SE Vaso nº2.



Fig.45- Bloques de granito sueltos y cara S-SO Vaso nº2.



Fig.46- Bloques de granito sueltos y cara Oeste Vaso nº2.



Fig.47- Camino de acceso al Vaso nº3. Zona Norte.



Fig.48- Camino de acceso al Vaso nº3. Zona Norte.



Fig.49- Detalle de entrada al Vaso nº3 con bloques de granito sueltos. Zona Este.



Fig.50- Detalle de bloques de granito sueltos en Vaso nº3. Zona Sur.



Fig.51- Detalle de bloques de granito sueltos en Vaso nº3. Zona Oeste.



Fig.52- Vista general Vaso nº3. Cara Este.



Fig.53- Vista general Vaso nº3. Cara Sur.



Fig.54- Vista general Vaso nº3. Cara Sur.



Fig.55- Vista general Vaso nº3. Cara Sur.



Fig.56- Vista general Vaso nº3. Cara Oeste.



Fig.57- Salida del Vaso nº3 y camino de acceso al Vaso nº4.



Fig.58- Talud explanada delantera Vaso nº4. Necesita relleno.



Fig.59- Hueco en talud de explanada delantera Vaso nº4.



Fig.60- Explanada delantera Vaso nº4.



Fig.61- Explanada delantera Vaso nº4. Talud en mal estado al fondo.



Fig.62- Entrada Vaso nº4, bloques de granito sueltos en cara Sur.



Fig.63- Bloques de granito suetos en cara Sur y alud de tierra al SE en Vaso nº4.



Fig.64- Alud de tierra al SE y bloques de granito suetos al Este en Vaso nº4.



Fig.65- Bloques granito cara Sur Vaso nº4.



Fig.66- Bloques granito cara SE Vaso nº4.



Fig.67- Subida a la explanada superior central por el NO (entre el Vaso nº4 y el Vaso nº5).



Fig.68- Vista desde el Norte, del camino de subida(izq.) y explanada superior(dcha.) Orientación E-NE.



Fig.69- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Este.



Fig.70- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación E-SE.



Fig.71- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Sur.



Fig.72- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Sur.



Fig.73- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación S-SO.



Fig.74- Vista de la explanada superior central desde el extremo Norte. Orientación Oeste.



Fig.75- Vista de la explanada superior central desde el camino central de la misma. Orientación Este.



Fig.76- Zona de subida a la explanada superior central por el Sur.



Fig.77- Zona de subida a la explanada superior por el Sur. Al fondo, camino de acceso a esta subida.



Fig.78- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Este.



Fig.79- Continuación camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Oeste.



Fig.80- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Dirección Este



Fig.81- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el Este.



Fig.82- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE.



Fig.83- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE.



Fig.84- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Continuación hacia el SE.



Fig.85- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior. Curva con cambio de dirección de 120º hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m.



Fig.86- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior, después de la curva de 120° hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m. Dirección SO.



Fig.87- Fig.86- Camino de acceso a la zona de subida a la explanada superior, después de la curva de 120° hacia el SO. Anchura media del camino en este punto 2,65 m. Dirección SO. Al fondo, se observa una nueva curva con cambio de dirección de 120° hacia el SE y otra de 90° hacia el S-SO. Después de dos curvas el camino enlaza con el camino principal de zahorra y grava.



Fig.88- Vista panorámica con cotas de caras en el Vaso nº1.



Fig.89- Ortofoto de la antigua cantera de granito de La Colilla.

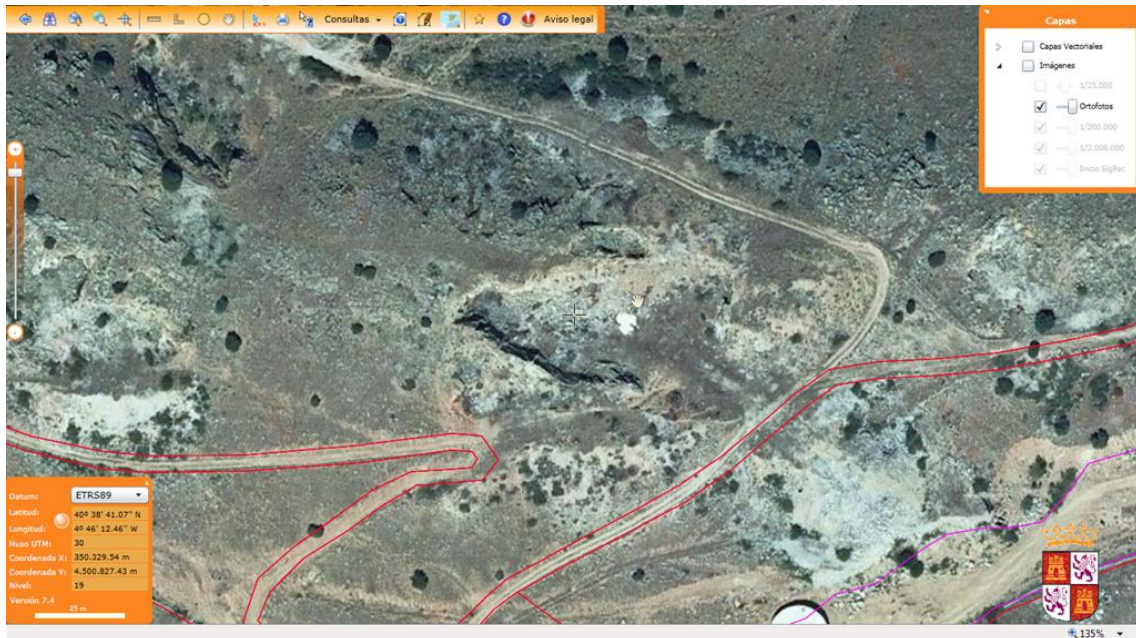
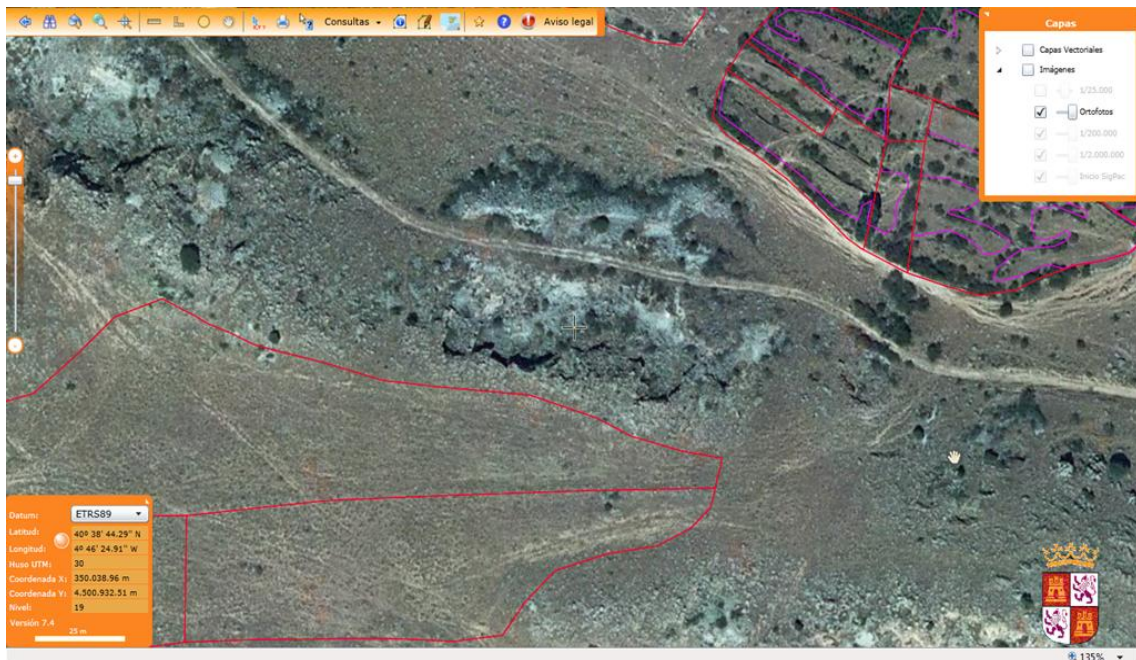
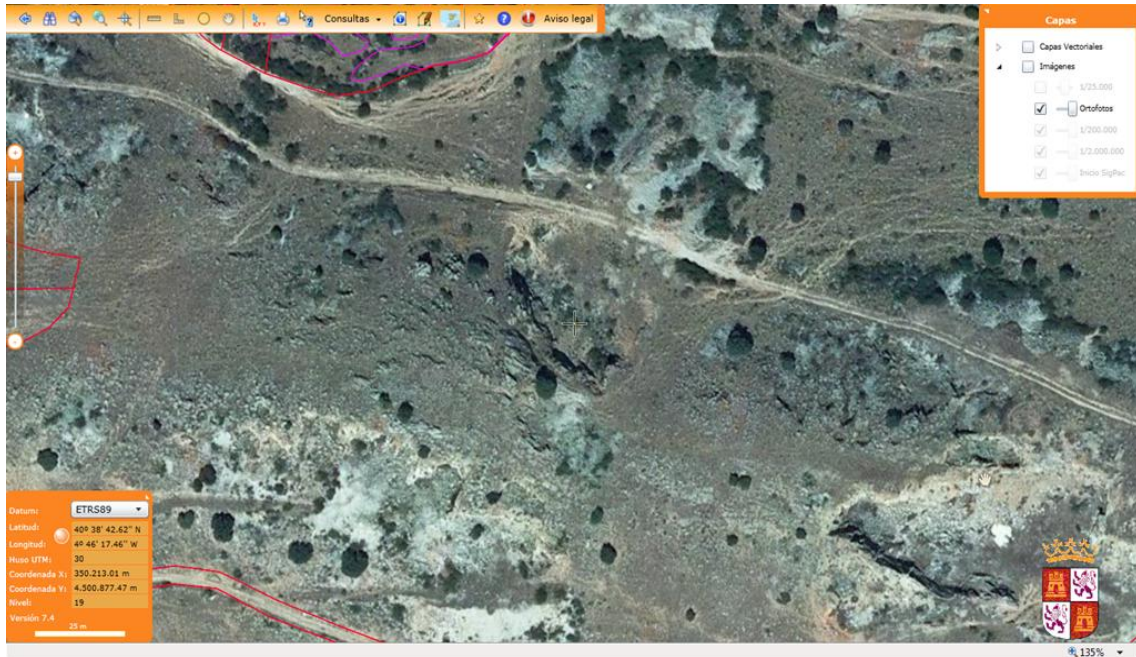


Fig.90- Ortofoto Vaso nº1.



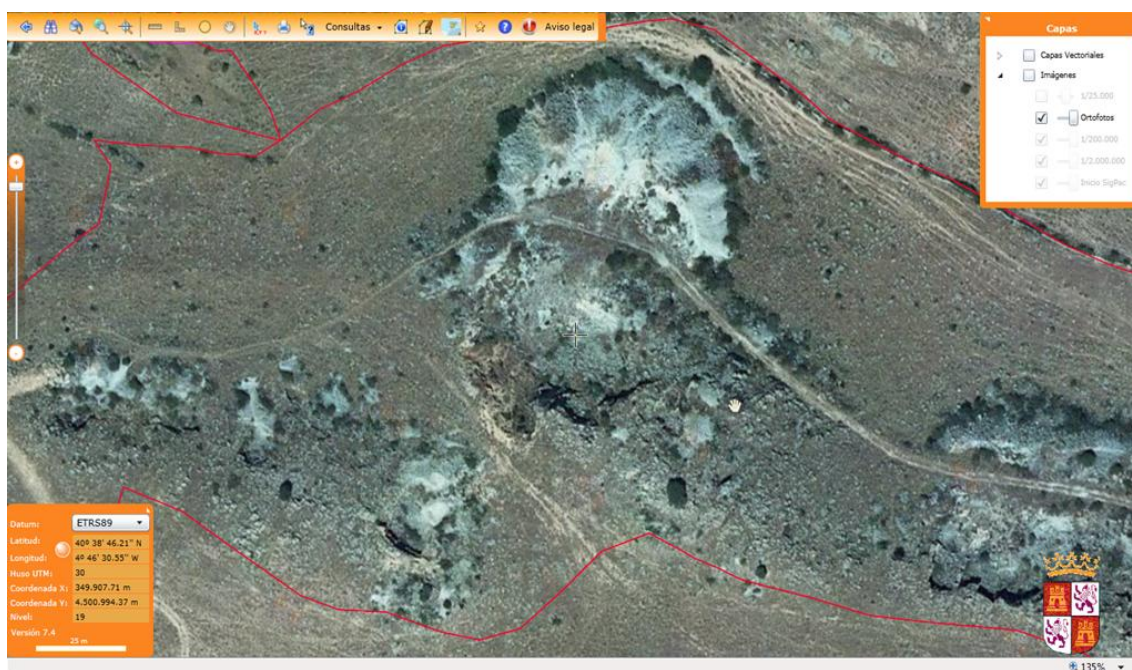


Fig.93- Ortofoto Vaso nº4 (centro de la imagen) y nº5 (abajo izq.)



Fig.94- Ortofoto del camino Sur y rampa de acceso a la explanada superior. Se construirá una rampa 65 m de longitud y un 20% de pendiente longitudinal.



Fig. 95- Zona de acopios en vertedero de La Colilla



Fig. 96- Ubicación de balsa de lixiviados y traza de tubería de impulsión

hasta el vaso de vertido nº 1 (máxima longitud)

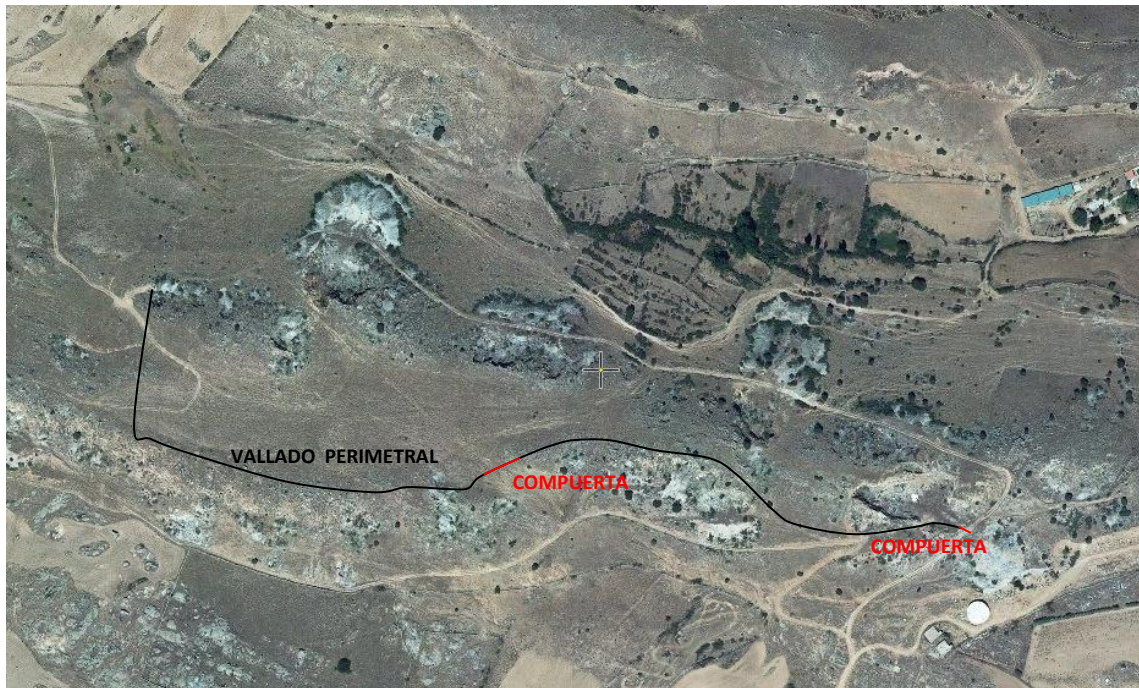


Fig. 97- Ubicación de vallado perimetral y compuertas.



Fig. 98- Tubería de drenaje vaso nº1.



Fig. 98- Tubería de drenaje vaso nº2.

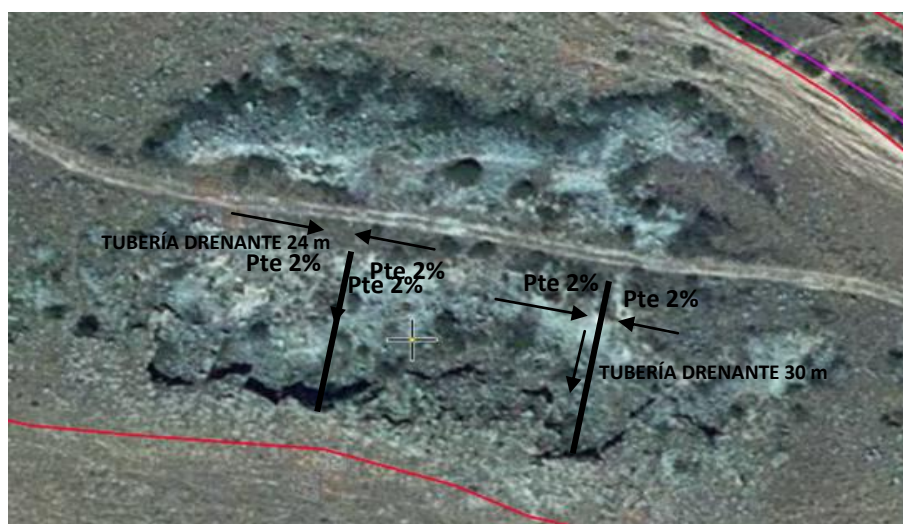


Fig. 99- Tuberías de drenaje vaso nº3.



Fig. 100- Tubería de drenaje vaso nº4.

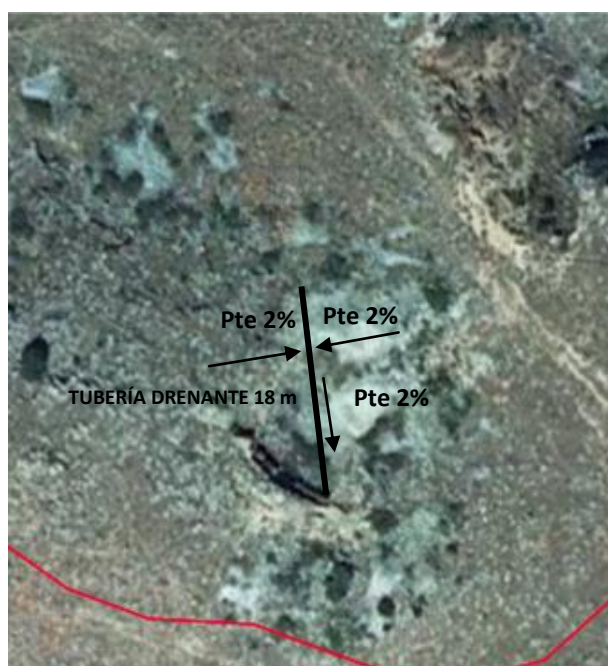


Fig. 101- Tubería de drenaje vaso nº5.

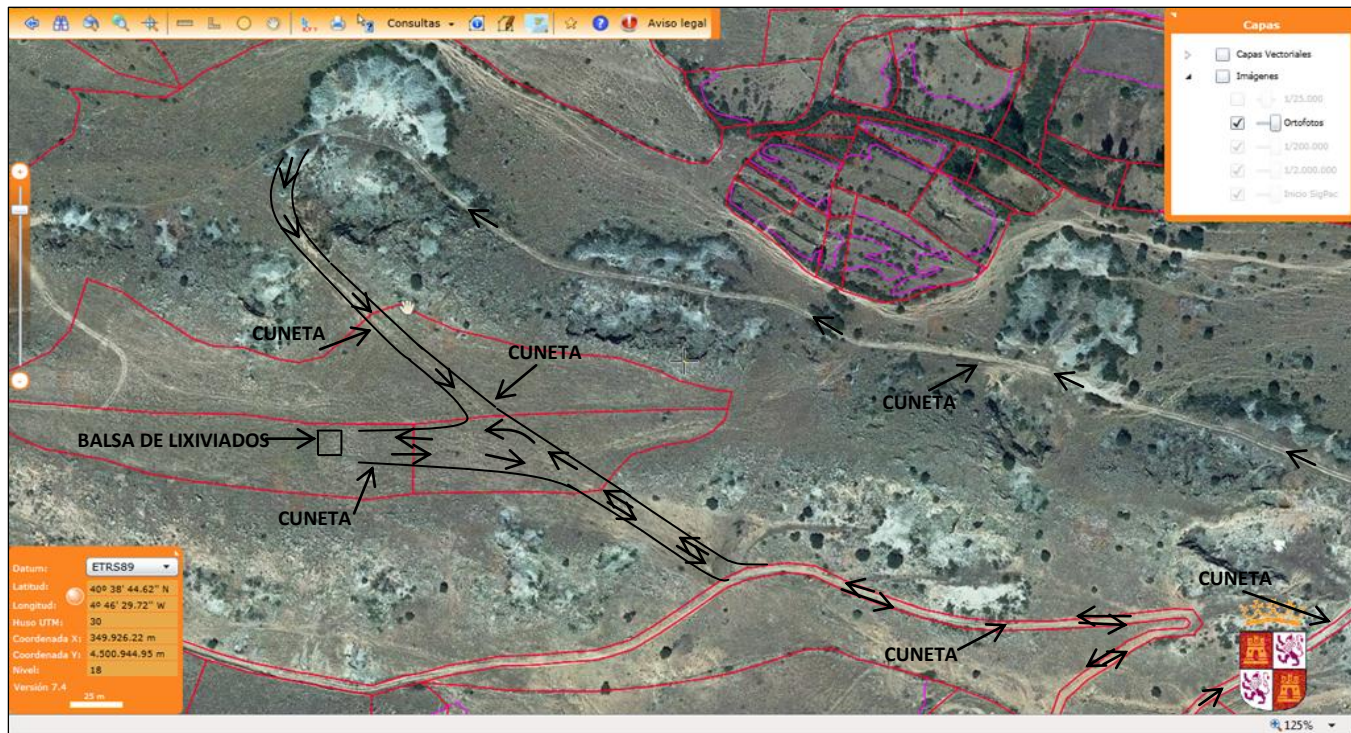


Fig. 102- Ubicación pista superior y rampa de acceso y sentido de circulación de las pistas.

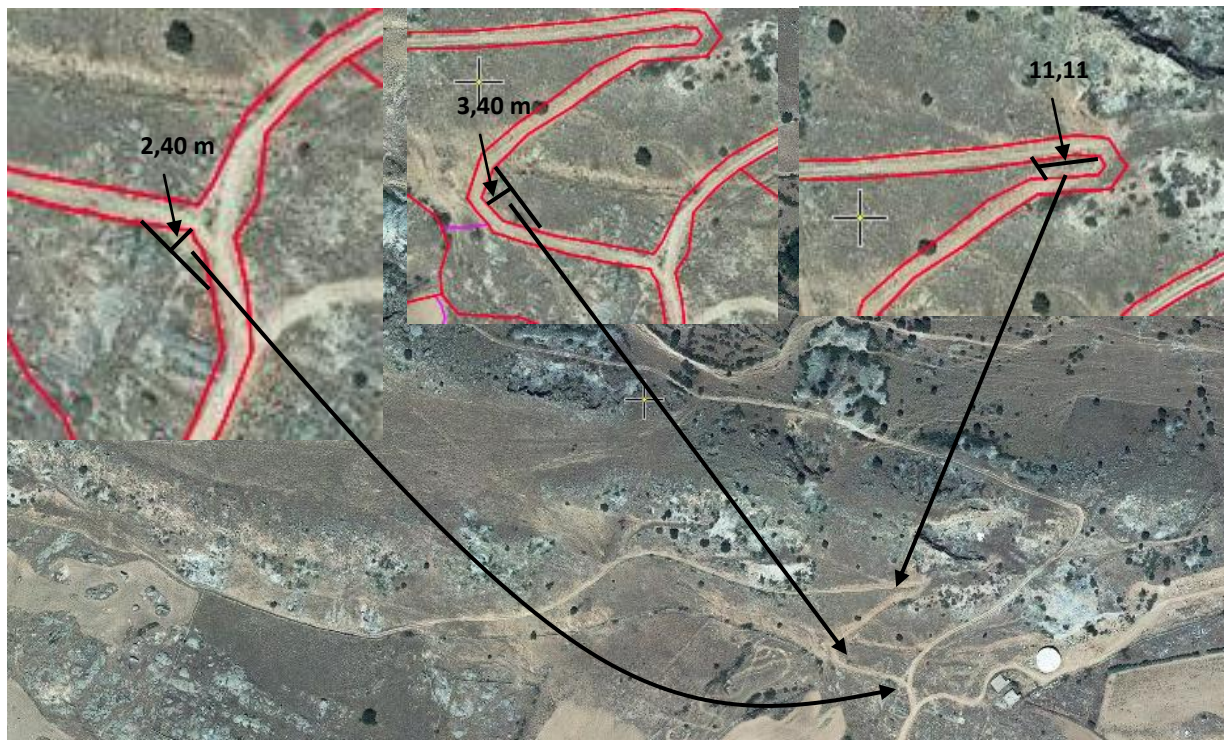


Fig. 103- Ubicación de sobreeanchos en las curvas de las pistas de acceso.



Fig. 104- Numeración de los vasos de vertido.

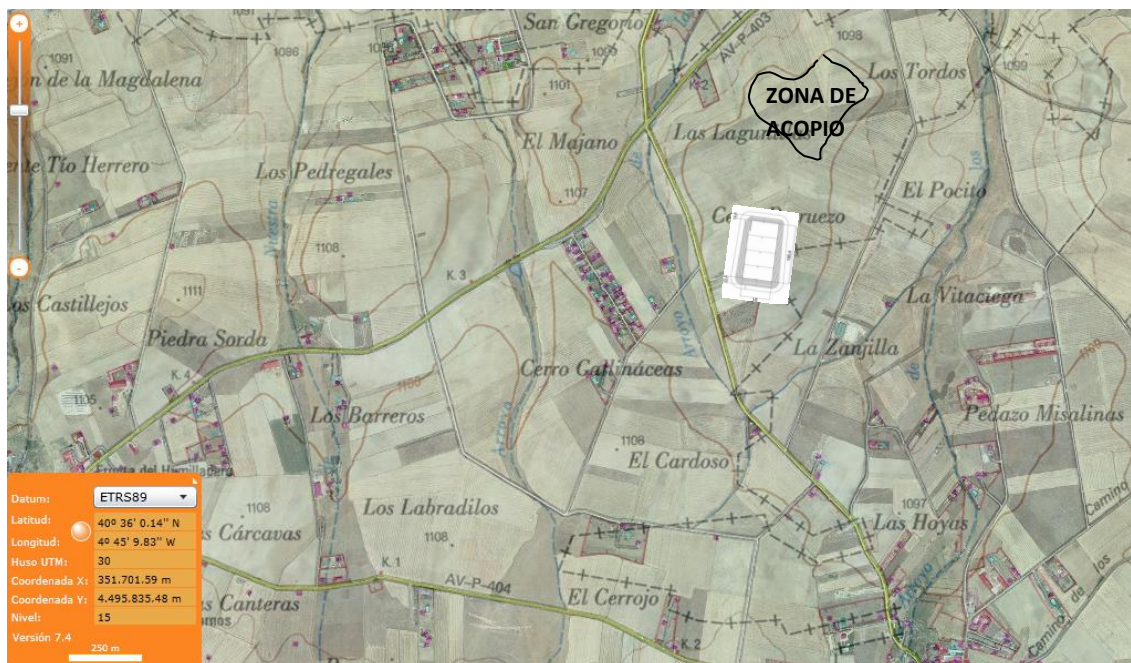


Fig. 105 – Zona de Acopio de Vertedero de Gemuño

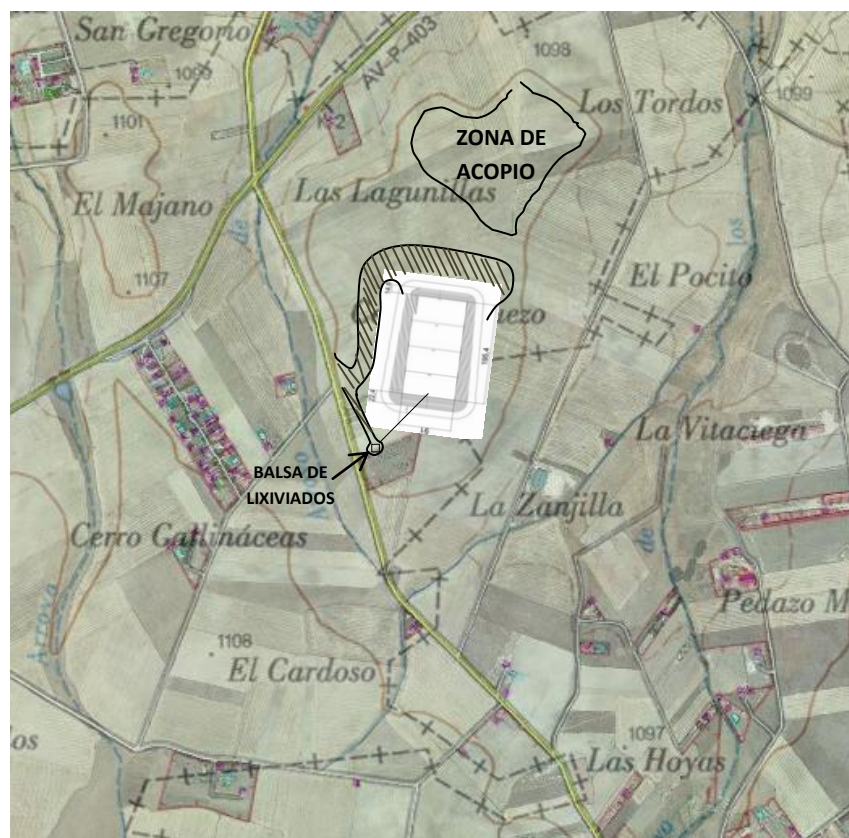


Fig. 106 – Detalle de ubicación de vertedero y zona de acopio

Anexo.- Nº5
GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ANEXO Nº5: GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	3
2. MARCO GEOLÓGICO	3
2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA	3
2.2. TECTÓNICA	4
2.3. HIDROGEOLOGÍA	6
2.4. SISMICIDAD	6
3. TRABAJOS DE CAMPO	7
3.1. TOMOGRAFÍAS	7
4. ESTUDIO Y EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	14
5. MAPAS	18

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

El presente anexo tiene por objeto, establecer las características geológicas y geotécnicas de los suelos y unidades litológicas que constituyen los terrenos de la zona objeto del proyecto. Para la realización del presente informe se ha utilizado información sobre la zona, existente en la cartografía temática siguiente:

Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 531. Ávila de los Caballeros

Mapa Geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja (4-6) (44). Ávila

Asimismo se ha inspeccionado la zona visualmente.

2. MARCO GEOLÓGICO

2.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA

La Colilla

La zona estudiada está situada en el borde septentrional de lo que puede denominarse como La Cuenca Alta del Adaja, en concreto, en la formación montañosa denominada Sierra de Ávila, en el límite norte con los depósitos detríticos del Valle Amblés.

Los materiales geológicos dominantes en el término municipal de La Colilla son las rocas ígneas pertenecientes a los grandes bloques tectónicos en que quedó dividido el macizo herciniano durante los plegamientos alpinos, apareciendo materiales más modernos cuanto más cerca del río Adaja se baje. La zona objeto de estudio, situada al noroeste, está compuesta por roca plutónica perteneciente al zócalo paleozoico de la meseta. En términos generales, esta roca plutónica corresponde a un granito adamellítico de dos micas, normalmente biotítico, de grano medio a grueso, de carácter porfídico (con feldespatos que pueden llegar a medir hasta siete centímetros de longitud). En las granodioritas de los alrededores es frecuente la hornblenda.

Gemuño

La zona de estudio para la realización de las obras del relleno sanitario se encuentra ubicada en la vertiente meridional del Valle Amblés.

Dicho valle es una fosa tectónica formada por varios bloques de zócalo cristalino, hundidos, que han sido llevados a esa posición por esfuerzos distensivos durante la tectónica Alpina. El Valle Amblés se extiende a lo largo de 42 km en dirección ENE-OSO, entre la Sierra de Ávila y los relieves de la alineación Ávila-Canto Cachado y las Sierras de las Parameras de Ávila y La Serrota, que quedan al sur. Su fondo es plano con una anchura entre 2,5 y 10,0 km, y una pendiente media de 0,3% en sentido ENE.

A grandes rasgos puede diferenciarse un tramo inferior de arcosas poco elaboradas, con micas y fragmentos de granitos y rocas metamórficas, que pueden alcanzar hasta el tamaño de bolos, empastados en una matriz arcillosa y en las que se intercalan niveles de arcillas y limos de dimensiones variables, un tramo intermedio de arcosas poco elaboradas y escasa matriz limo-arcillosa y un tramo superior constituido por arcosas de carácter similar a las del tramo inferior.

La serie presenta importantes variaciones laterales y verticales observándose un mayor contenido de arcillas en la zona norte que disminuyen hacia el sur y el este de la depresión. Los espesores de sedimentos muestran grandes variaciones como consecuencia de la compartimentación de la fosa, detectándose potencias superiores a 1000 m al sureste de El Fresno y superiores a 600 m al sureste de Ávila y La Torre.

El Valle Amblés está relleno por materiales detríticos de edad terciaria y cuaternaria procedentes de la erosión de los materiales ígneos y metamórficos que circundan el valle y constituyen el zócalo impermeable. Los materiales cuaternarios formados por arenas y bolos constituyen los aluviales de los ríos y presentan espesores del orden de 8-10 m. La superficie de afloramientos terciarios es de 235 km².

El término municipal de Gemuño está limitado al sur por La Sierra de Ávila y al norte por el citado Valle Amblés.

2.2. TECTÓNICA

Los materiales del Sistema Central han sufrido la superposición de los plegamientos hercínicos y alpinos. Admitiéndose para los primeros dos fases principales de deformación, una de pliegues isoclinales sinmetamórficos de dirección OSO y otra de fases posterior con pliegues más abiertos de dirección NO-SE.

- Tectónica prehercínica y hercínica

Se diferencia una etapa preorogénica (hasta el Devónico Superior) y otra orogénica, para la que establecen diferentes fases (cuatro según Capote, 1985) más o menos superpuestas; la primera o primeras son de mayor trascendencia regional y generadoras de grandes estructuras vergentes hacia el NE. Para Capote (1985), las tres primeras son las responsables del metamorfismo regional, entre la tercera y la cuarta hay una etapa disensiva con intrusiones graníticas y posteriormente tras ellas una tectónica dúctil de desgarre a la que sucede la tardihercínica frágil.

- Tectónica tardihercínica

Corresponde a una tectónica frágil de fracturación, acaecida entre el Carbonífero Medio y el Triásico y que origina las grandes líneas de rotura condicionantes del relieve del Sistema Central. Las directrices principales de fractura son: N-S, E-O, NNE-SSO, NE-SO, a las que se asocia la NO-SE Y NNO-SSE.

- Tectónica Alpina

Posteriormente la orogenia alpina actúa sobre los materiales paleozoicos ya consolidados y da lugar a la aparición de cuatro sistemas principales de fractura a favor de las cuales se produce el desnivelamiento de los bloques en estructuras de “horsts” y “grabens” que constituyen el Sistema Central.

En el Sistema Central esta tectónica es de reactivación a partir de las fracturas tardihercínicas, y es la responsable de la estructura actual del Sistema Central. Se establecen tres etapas de deformación alpina para el Sistema Central: La Ibérica, que corresponde a la etapa de compresión principal que plegó la Cordillera Ibérica; la Guadarrama, considerada la más importante por ser la responsable de la estructuración en “horsts” y “grabens” del Sistema Central; y la Torrelaguna, que es una etapa compresiva de dirección N-S, que mueve fallas en forma de desgarres normales.

El principal sistema de fracturas se dirige al ENE. Se pone de manifiesto por los valles que siguen los ríos Adaja, Corneja, Tormes, Alberche, Tiétar. Otro sistema importante se dirige al NE y da lugar a la formación de los valles del Jerte y Alagón. Los otros dos sistemas de direcciones N-S y NO, son menos importantes.

2.3. HIDROGEOLOGÍA

Se distinguen dos tipos de materiales; por un lado las rocas ígneas y metamórficas de la Sierra de Ávila, en las que solo cabe esperar una circulación subterránea debida a fisuraciones, y por otro lado los materiales arenosos del Valle Amblés, producto de la alteración de las rocas graníticas, que tienen una alta permeabilidad y forman acuífero.

Se desarrolla con mayor detalle esta información en el Anexo nº6 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.

2.4. SISMICIDAD

Con respecto a este apartado y siguiendo las indicaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02) (BOE del 8 de Febrero de 1995), las prescripciones de índole general para la zona de estudio son las siguientes:

- Aceleración sísmica básica: < de 0,04 g
- Aceleración sísmica de cálculo: < de 0,06 g

3. TRABAJOS DE CAMPO

3.1. TOMOGRAFÍAS

La Colilla

1. Introducción y antecedentes

Se quiere realizar un estudio para definir los materiales y estructuras existentes en el terreno y sus espesores (corte geoeléctrico).

2. Geología de la zona

Como se ha dicho anteriormente, se trata de una zona de granito aflorante por la excavación humana.

3. Geofísica

Método empleado: Tomografía eléctrica 2D. Dirección del perfil: E-O. Longitud: 144 m (48 electrodos). Separación entre electrodos: 3 m. Profundidad aproximada alcanzada: 25 m.

Mediante la técnica de tomografía eléctrica se establece un modelo bidimensional donde se puede observar el cambio de resistividad del terreno, tanto en dirección vertical como en dirección horizontal a lo largo de la línea de exploración.

Se ha utilizado: 48 electrodos, cable multi-núcleo, microcomputadora portátil con conector electrónico.

Dispositivo empleado: Wenner-Schlumberger

Procesado de los datos de campo: Procesado automático con programa informático.

Resultados: Mediante la tomografía 2D, se tiene una pseudosección del terreno donde pueden verse los diferentes materiales existentes. El procesado de los datos junto con la interpretación geológica da los siguientes resultados:

- En la zona Este del perfil, se tienen arenas arcillosas y arcillas (las arenas silíceas como alteración del cuarzo del granito, y las arcillas por meteorización del feldespato del granito).

- Hacia el centro del perfil nos encontramos, como cabía esperar, con granito sano o ligeramente alterado a muy poca profundidad o incluso aflorando.
- En la zona Oeste del perfil, se tienen arenas arcillosas y arcillas (las arenas silíceas como alteración del cuarzo del granito, y las arcillas por meteorización del feldespato del granito).

Complemento: Imagen 2D obtenida mediante tomografía eléctrica e interpretación de los diferentes materiales. Ortofoto y mapa del catastro donde se muestra la línea de exploración.

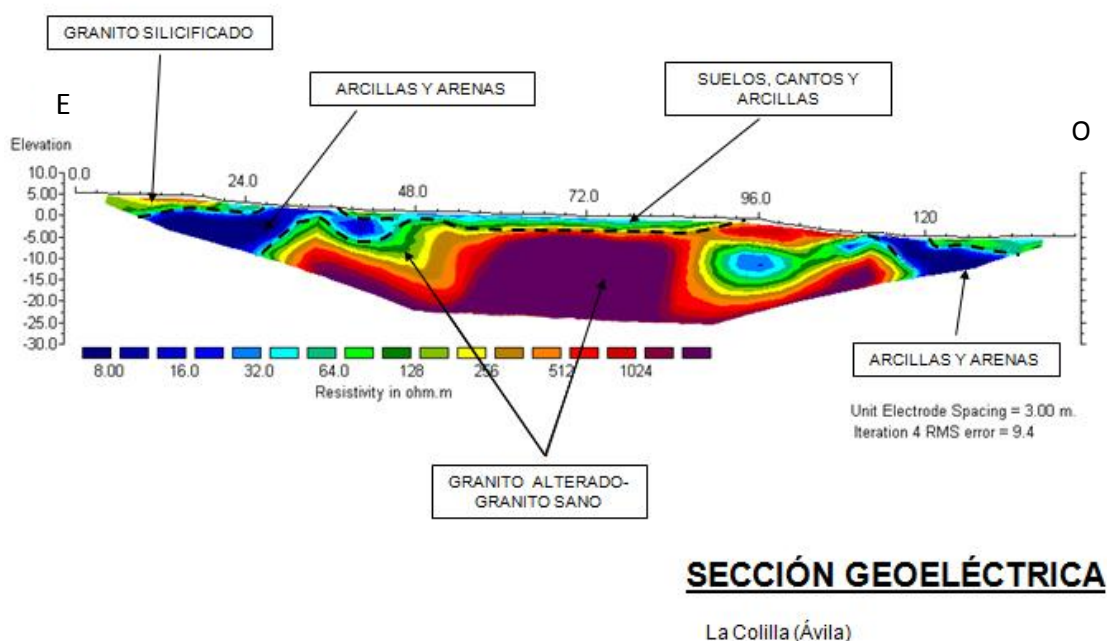


Fig.1- Tomografía eléctrica



Fig.2- Ortotofo de la zona estudiada con la línea de exploración

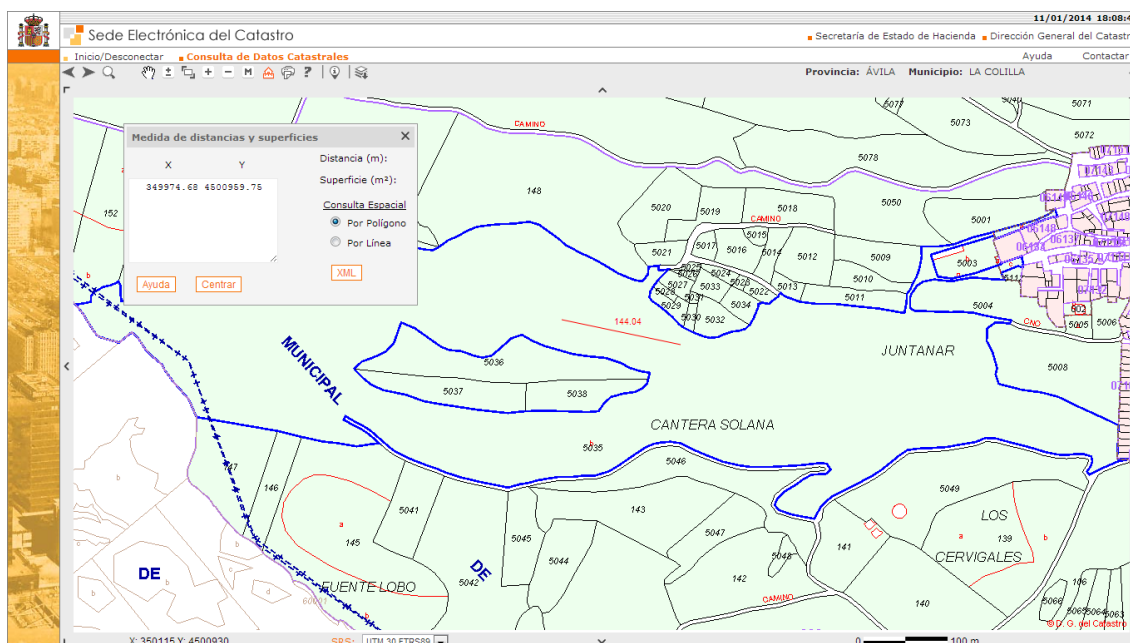


Fig.3- Mapa del catastro donde se muestra la línea de exploración.

Gemuño

1. Introducción y antecedentes

Se quiere realizar un estudio para definir los materiales y estructuras existentes en el terreno y sus espesores.

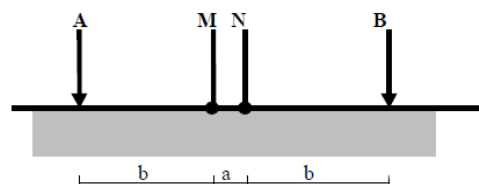
2. Geología de la zona

Como se ha dicho anteriormente, se trata de un valle formado durante la tectónica alpina, relleno con materiales procedentes de la alteración y disgregación de los granitos existentes en el entorno más inmediato, es decir, terrazas aluviales (arenas y gravas) del terciario con cobertera vegetal del cuaternario de poco espesor, con algunos cantos. Por lo tanto pueden tener arenas arcosas, arcillas, etc. y bajo esto encontramos el basamento granítico.

3. Geofísica

Método empleado: Sondeo Eléctrico Vertical (SEV) con dispositivo Schlumberger con $AB/2 \text{ min} = 3\text{m}$, y $AB/2 \text{ máx} = 200 \text{ m}$. Dirección del perfil: NE-SO.

Sensibilidad buena en la vertical y media lateralmente.



Consta de 4 electrodos y debe cumplir que:

$$MN \leq AB/3$$

Movemos A y B, manteniendo fijos M y N. Sólo aumentaremos la distancia MN cuando la señal eléctrica recibida en dichos electrodos de potencial sea demasiado pequeña. Esto se reflejará como un “salto” (embrague) en la curva de resistividades aparentes.

La resistividad aparente será: $\rho_a = K(\Delta V/I)$

Donde $K = \pi \cdot b(b+a)/a$ (constante geométrica del dispositivo Schlumberger).

Procesado de la curva de resistividades aparentes (Curva de campo): Procesado automático con el programa “IPI 2WIN”.

Resultados: El procesado de la curva junto con la interpretación geológica adecuada dan los siguientes resultados:

Capa 1: Cobertera vegetal, arenas y cantos (cuaternario) hasta aproximadamente 2m de profundidad.

Capa 2: Arenas arcillosas y cantos y algo de tierra vegetal (cuaternario) hasta 4 m de profundidad.

Capa 3: Arenas arcillosas (terciario) hasta aproximadamente 45 m de profundidad.

Capa 4: Arenas y gravas arcillosas (terciario) a partir de 45 m de profundidad.

Conclusiones:

Desde el punto de vista hidrogeológico, el terreno es apropiado para almacenar agua (existen materiales permeables, arenas y gravas sueltas, hasta al menos 50-70 m de profundidad) y transmitirla en caso de encontrarse a una profundidad interesante (que habría que determinar con otro estudio complementario).

No se ha detectado ninguna capa distinta bajo la capa 4, (no se ha alcanzado profundidad suficiente con el dispositivo) y por otro lado puede decirse que las capas 3 y 4 son similares en su composición.

Complemento: Cuadro de mediciones de campo y curva producto del resultado del procesado informático de estos resultados.

Trans. AB/2	K	MN	mV.	mA.	Resist. (ohm·m)
3		2			250,3
5		2			131,5
7		2			69,2
10		2			33,9
15		2			22,4
15		10			26,2
20		10			22,7
30		10			22,6
40		10			22,6
50		10			22,5
50		20			23,2

70		20			23,1
100		20			26,9
150		20			24,9
200		20			25,5

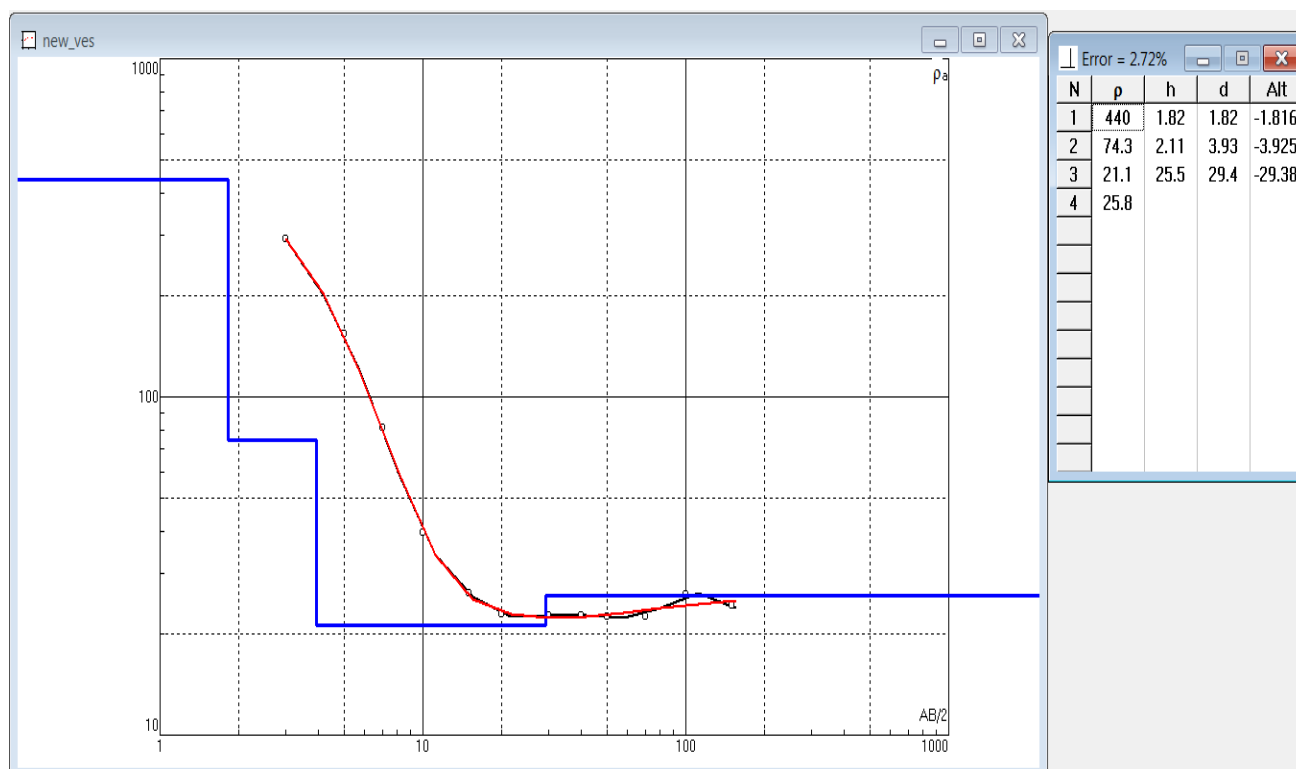


Fig.4- Procesado informático de la curva de campo (curva de resistividades aparentes).



Fig.5- Ortofoto de la zona estudiada con la línea de exploración.

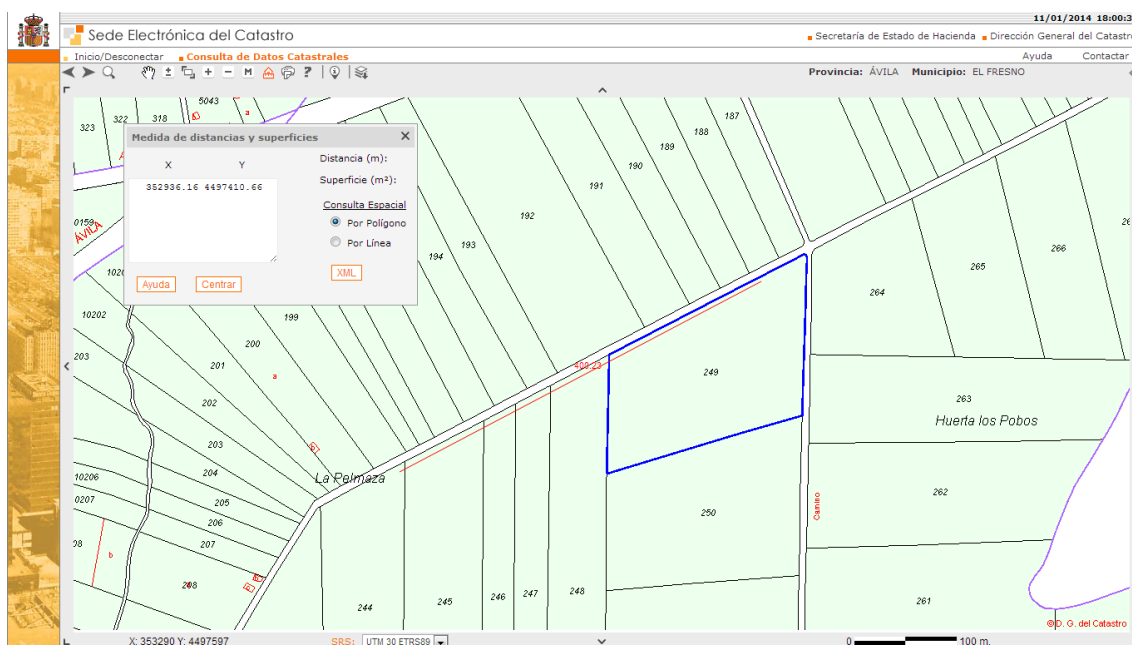


Fig.6- Mapa del catastro donde se muestra la línea de exploración.

4. ESTUDIO Y EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

Durante la fase de construcción se enviarán muestras al laboratorio para su análisis y determinación de los parámetros geotécnicos requeridos.

La Colilla

De la comparación y estudio de toda la información en nuestro poder se ha deducido que en la zona donde se pretende ubicar el vertedero se diferencian los siguiente niveles geotécnicos:

- Nivel 1: Formado por bloques graníticos de 1,5 a 0,5 m de diámetro y fragmentos menores hasta el tamaño grava.
- Nivel 2: Suelos formados por jabre con restos vegetales y algo de arcilla.
- Nivel 3: Granito alterado.
- Nivel 4: Granito sano

Gemuño

De la comparación y estudio de toda la información en nuestro poder se ha deducido que en la zona donde se pretende ubicar el vertedero se diferencian los siguiente niveles geotécnicos:

- Nivel 1: Tierra vegetal, arenas y cantos (cuaternario).
- Nivel 2: Arenas arcillosas y cantos y algo de tierra vegetal (cuaternario).
- Nivel 3: Arenas arcillosas (terciario).
- Nivel 4: Arenas y gravas arcillosas (terciario).

Los taludes formados tras la excavación del hueco de vertido serán 2H / 1V para asegurar una estabilidad. Una vez realizado el estudio geofísico y determinado los niveles presentes en el área afectada, apoyándonos en excavaciones realizadas en zonas próximas que nos sirven a modo de calicatas, se ha calculado dicha estabilidad y el factor de seguridad en el talud de mayor altura (más desfavorable) aplicando los programas informáticos roclab y stb2006 (slope stability 2006).

Calculamos con roclab la cohesión y el ángulo de rozamiento de los materiales que aparecen en el talud. Este programa se basa en la clasificación de Hoek-Brown, y proporciona la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del Criterio de Mohr-Coulomb y parámetros del Criterio de Hoek-Brown, así como parámetros de la roca como módulo de deformación, resistencia uniaxial, etc.

Una vez calculados estos parámetros con el programa roclab, usaremos el programa STB2006 (que utiliza el método de Bishop modificado o simplificado para calcular la estabilidad del talud) para, suponiendo el ángulo de talud fijado, y estando totalmente seco, analizar y calcular el factor de seguridad del talud suponiendo caso de rotura circular y presentando sus resultados gráficamente.

La normativa de estabilidad de taludes establece un factor de seguridad mínimo para zonas de riesgo sísmico de 1,2, en este caso, mediante la aplicación del programa STB2006 se ha obtenido un factor de seguridad igual a 1,248; luego el talud diseñado es APTO estructuralmente.

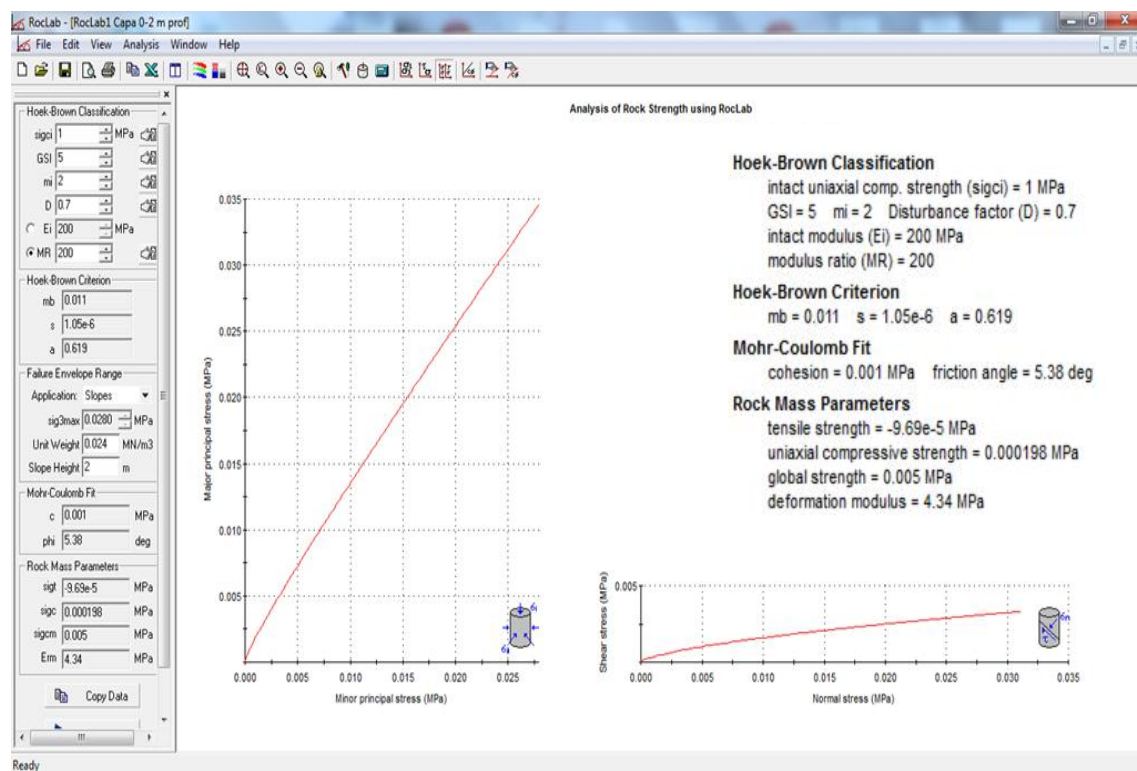


Fig.7- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 0-2 m.

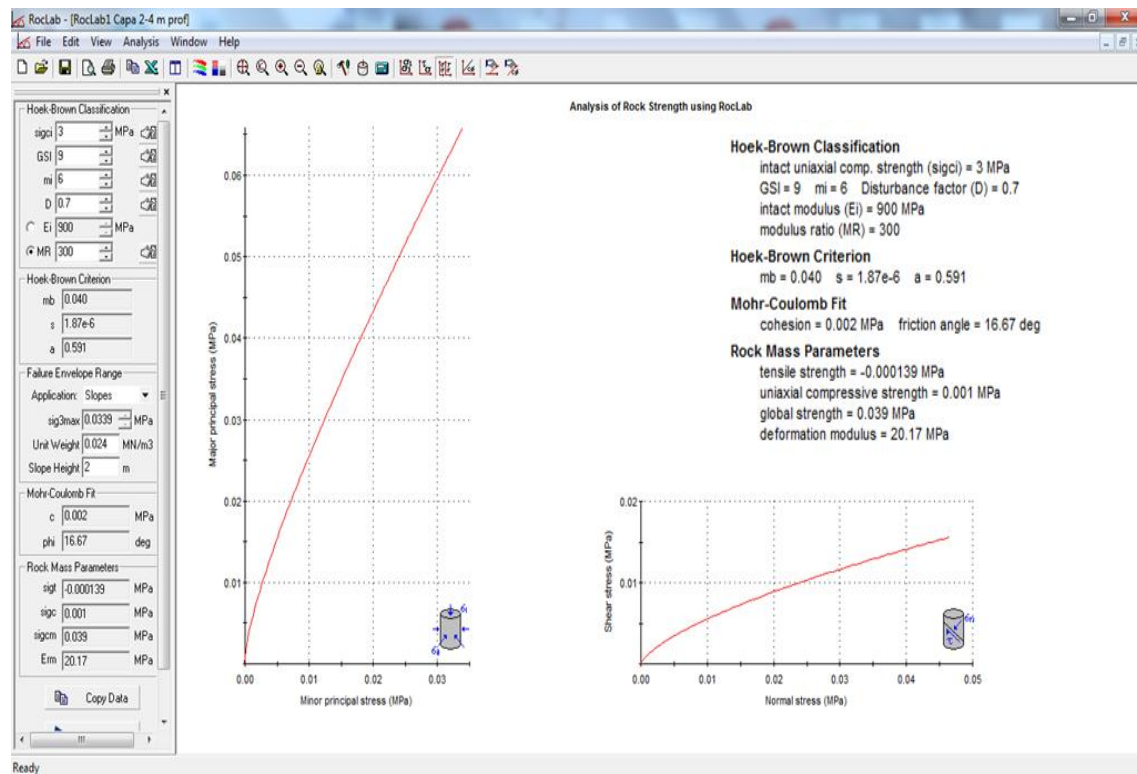


Fig.8- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 2-4 m.

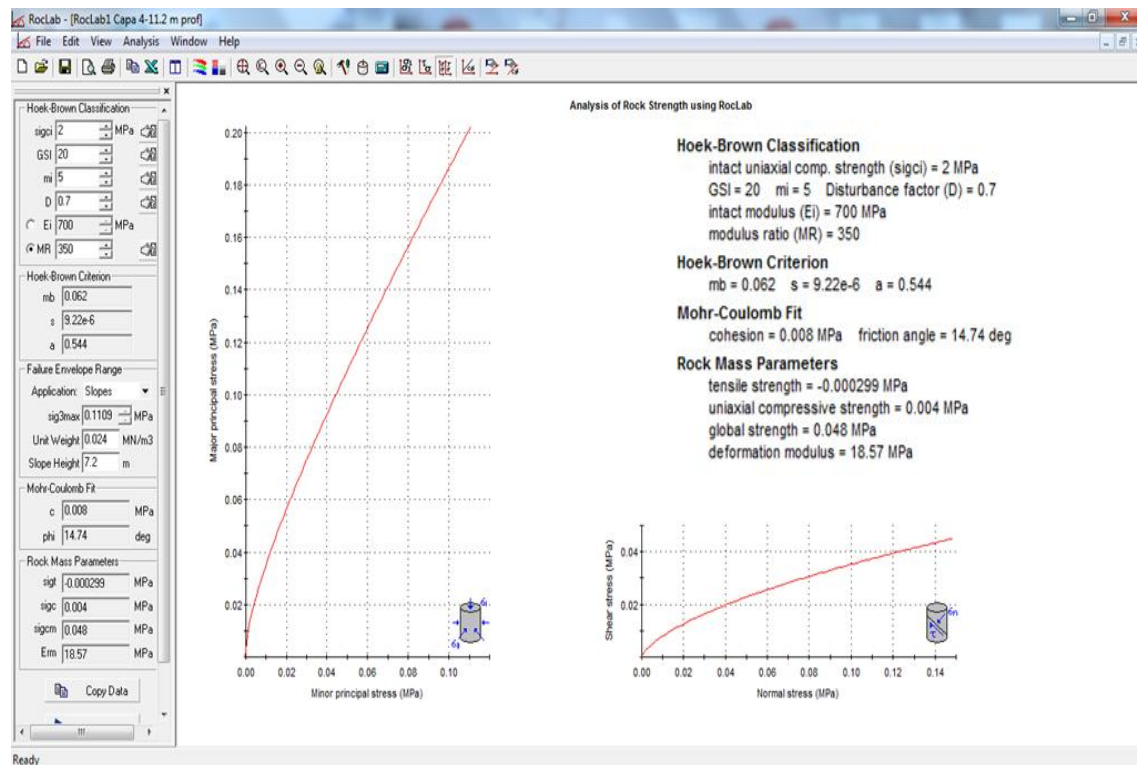


Fig.9- Determinación mediante roclab de la cohesión y ángulo de rozamiento interno del nivel 4-11,2 m.

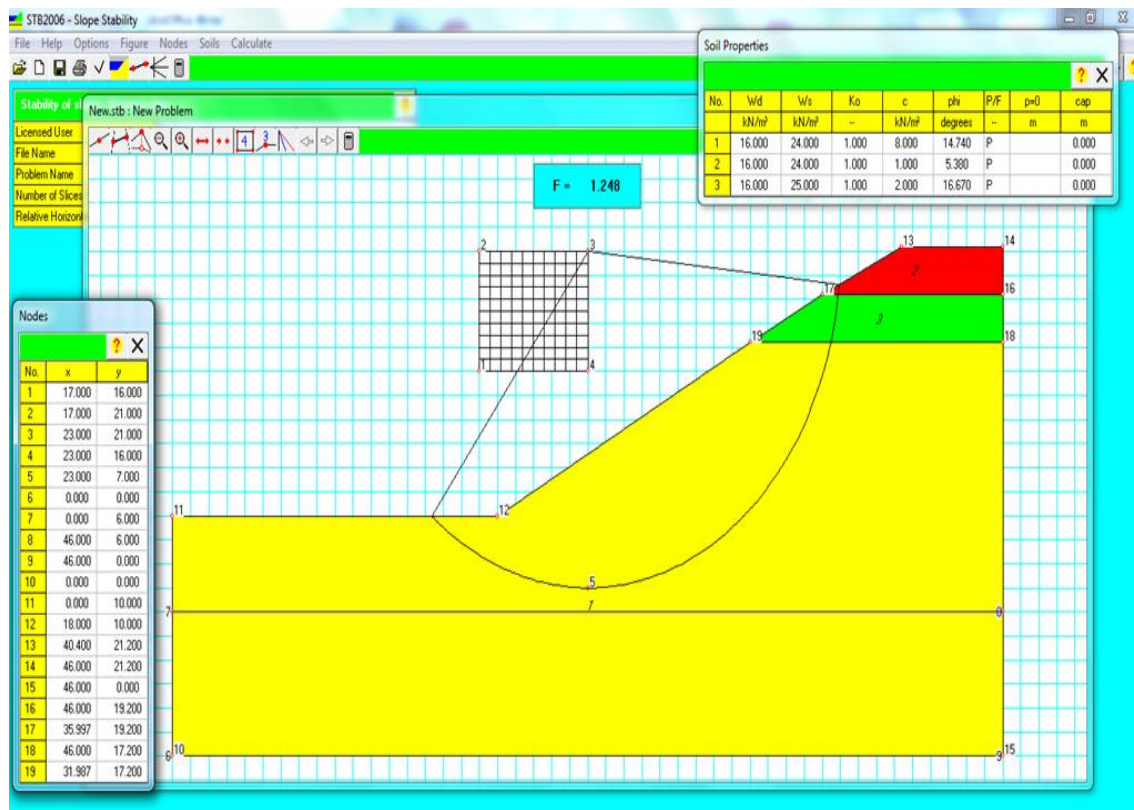
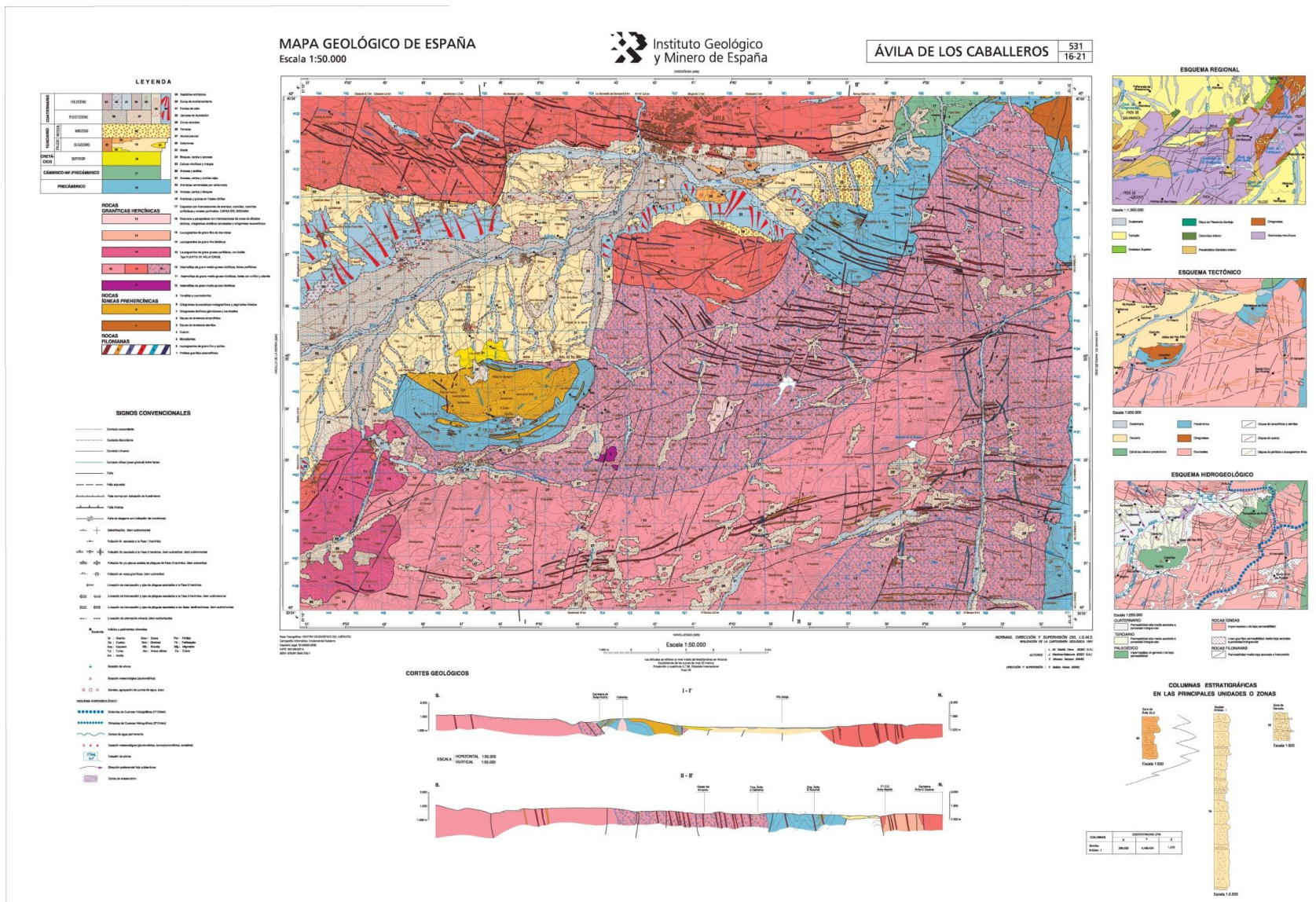


Fig.10- Determinación mediante STB2006 del factor de seguridad del talud de 11,2 m de altura.

5. MAPAS

- (1) Mapa Geológico de España editado por el IGME. Hoja 531 Ávila de los Caballeros.
- (2) Mapa Geotécnico de España editado por el IGME. Hoja 4 (4-6) Ávila.

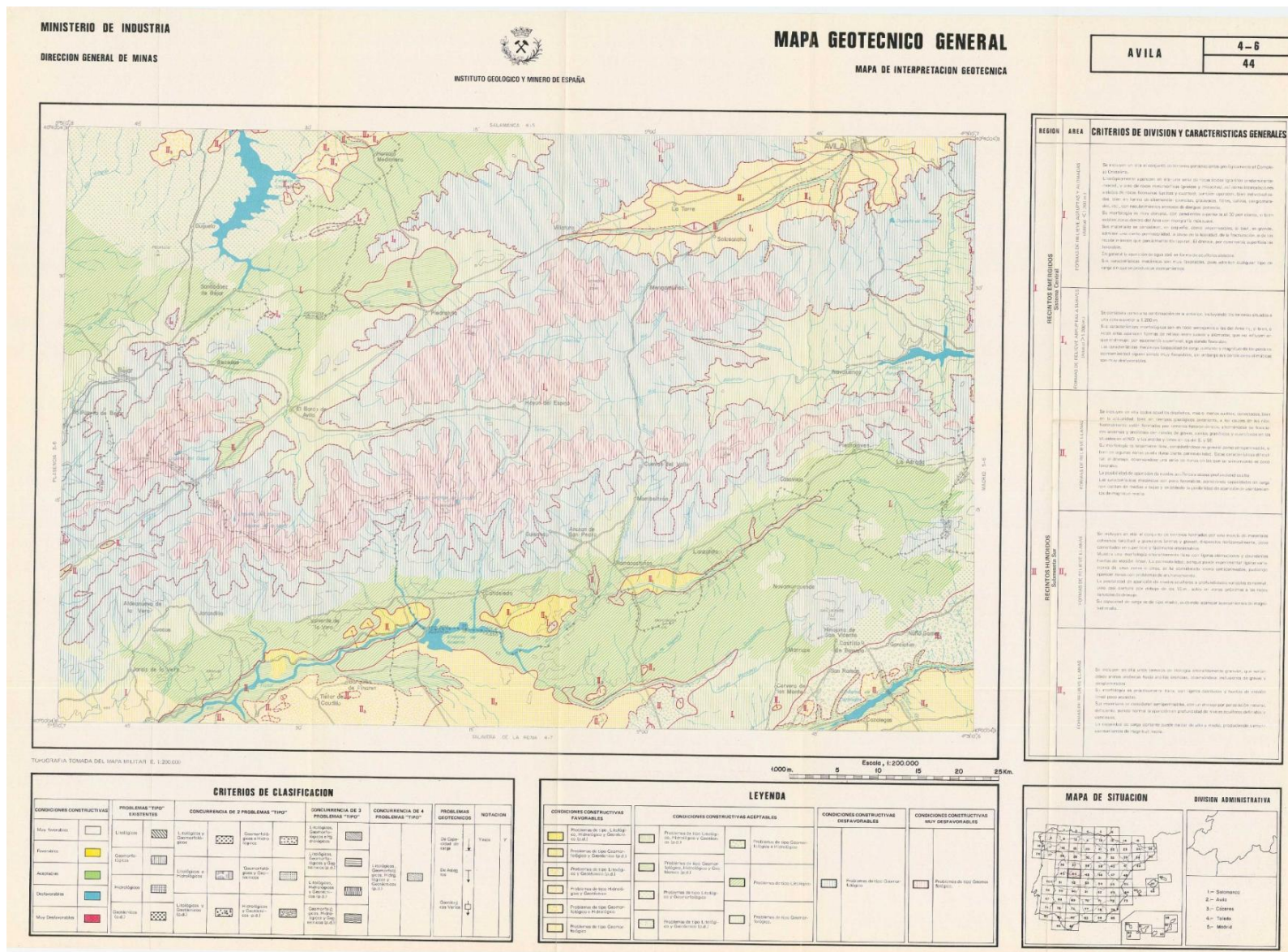
(1)



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

(2)



Anexo.- Nº6
HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

ANEXO Nº6: HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

INDICE

1. HIDROLOGÍA	3
1.1. OBJETO	3
1.2. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO ESPERADO	3
2. HIDROGEOLOGÍA	39
2.1. OBJETO	39
2.2. RECOPIACIÓN DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS	39
2.3. MAPAS	45
2.4. CONCLUSIONES	52

1. HIDROLOGÍA

1.1. OBJETO

Este apartado tiene por objeto el estudio de las leyes de frecuencia (relación entre los caudales máximos que se pueden generar, y su probabilidad de ocurrencia en el tiempo) de los caudales máximos correspondientes a las zonas seleccionadas.

El método aplicado para el cálculo de caudales de escorrentía es el expuesto en la instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

El procedimiento utilizado en la obtención de las precipitaciones máximas de cálculo es el basado en el documento "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" editado por la Dirección General de Carreteras. Se ha elegido este procedimiento por las siguientes razones:

- Proporciona resultados más conservadores que la tradicional de Gumbel.
- Conduce a resultados más conservadores que otros modelos de ley tradicionalmente empleados en estos estudios.
- Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos.

1.2. CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO ESPERADO

Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Método Racional Modificado, al cual, se le aplican las variaciones propuestas por J.R. Témez en el XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid, 1991).

Este método supone un aguacero con las siguientes características:

- Intensidad de la lluvia neta constante: Se intenta corregir mediante un coeficiente corrector.
- Duración del aguacero igual al tiempo de concentración: Es la duración más desfavorable, puesto que una duración menor provocaría que no toda la cuenca esté generando escorrentía y una duración mayor equivaldría a una menor intensidad de lluvia.
- Simultaneidad de la lluvia en la cuenca, se supone constante si bien se corrige este aspecto con un coeficiente.

El proceso operativo de obtención de los cuantiles para distintos períodos de retorno a partir del Mapa de Isolíneas de la media de precipitación máxima anual (P) y Coeficiente de Variación (Cv) es:

- Localización en el plano del punto geológico deseado.
- Estimación mediante las isolíneas representadas del coeficiente de variación (Cv) y del valor medio (P) de la máxima precipitación diaria anual.

Máximas precipitaciones diarias

Elegimos un período de retorno en este caso elegimos $T = 50$ años y haciendo uso del mapa anteriormente citado, que se muestra a continuación, y la tabla de Cv sacamos el factor de amplificación Y_t para obtener las precipitaciones máximas diarias (P_d) para dicho período de retorno (50 años).

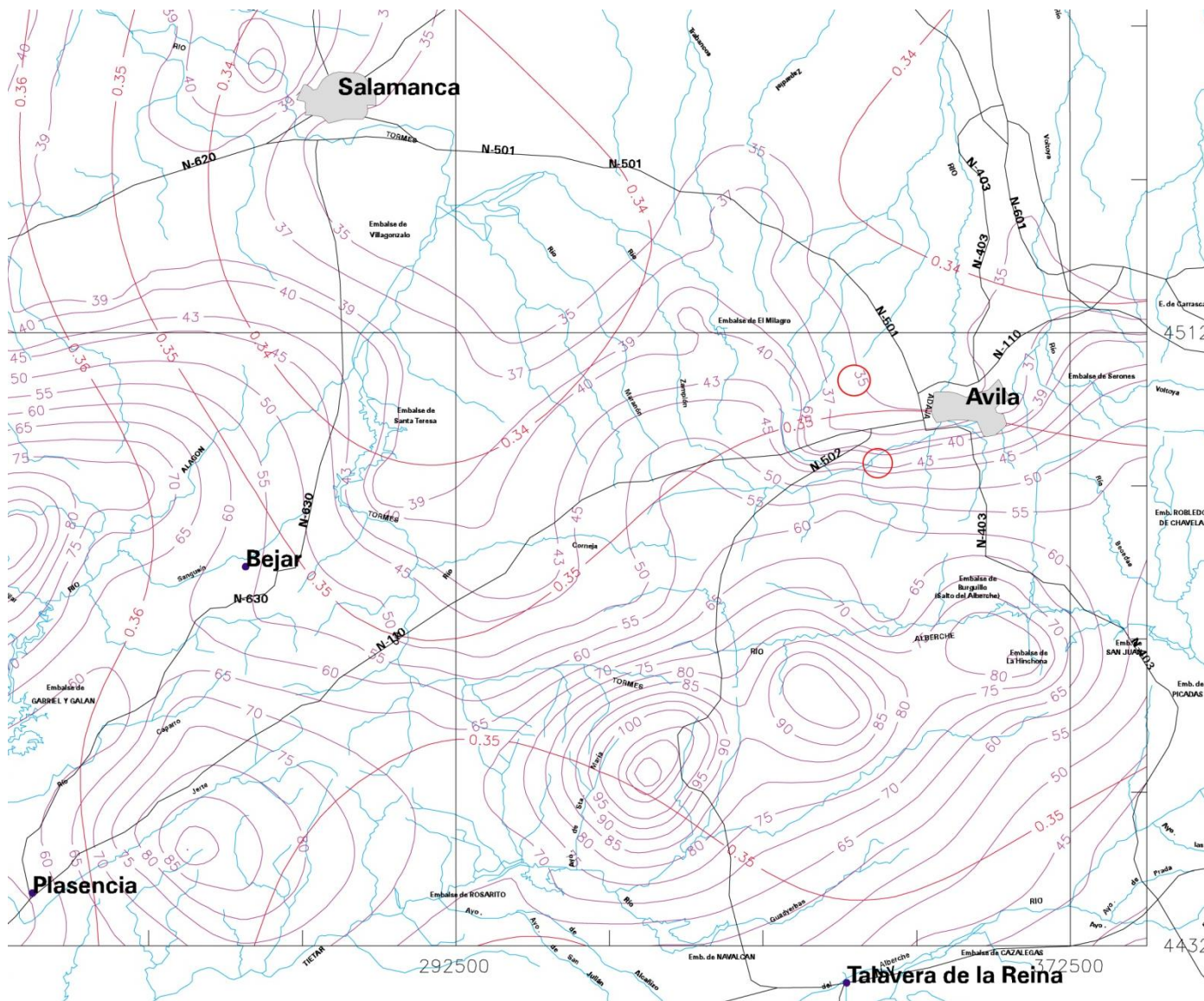


Fig.1- Mapa de Isolíneas de la media de precipitación máxima anual (P) y Coeficiente de Variación (Cv)

Seleccionamos los distintos puntos de ubicación de los vertederos en el mapa de isolineas y se tiene un P para cada uno de ellos:

La Colilla: P= 35 mm/día (mapa); Cv= 35 (mapa)

Gemuño: P= 43 mm/día (mapa); Cv=35 (mapa)

Para el período de retorno deseado T y el valor de C_v , obtención del cuartil regional Y_t , también denominado factor de amplificación K_t , mediante el uso de la tabla que se adjunta a continuación.

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Fig.2- Factor de amplificación Y_t (T , C_v) del mapa de máximas lluvias diarias en la España Peninsular.

Para un valor $C_v = 0,35$ y un período de retorno $T = 50$ años, se tiene un $Y_t = 1,961$.

Realización del producto del cuartil regional Y_t por el valor medio P , para obtener P_d , es decir el cuartil local de la precipitación diaria máxima, para el período de retorno deseado.

La Colilla:

$$Pd = P \cdot Yt = 35 \cdot 1,961 = 68,635 \text{ mm/día}$$

Gemuño:

$$Pd = P \cdot Yt = 43 \cdot 1,961 = 84,323 \text{ mm/día}$$

Cálculo de intensidades

La Colilla:

Vaso de vertido nº 1.

$$Pd = 68,635 \text{ mm/día}$$

a) Máxima precipitación horaria

$$Id = Pd/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

La ley de precipitaciones máximas diarias sobre una cuenca, viene modificada según la expresión siguiente, para tener en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo período de retorno en toda la superficie.

$$Pd^* = Pd (1 - \log A/15) \quad \text{para } A \geq 1\text{km}^2$$

$$Pd^* = Pd \quad \text{para } A < 1\text{km}^2$$

Siendo:

- Pd^* : Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al período de retorno.
- Pd : Precipitación máxima diaria
- $\log A$: Logaritmo decimal de la superficie de la cuenca A (km^2)

b) Tiempo de concentración: Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía superficial provocada en la cuenca.

Vamos a seguir todo el Método Racional indicado en la instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial” excepto en la fórmula del Tiempo de concentración, puesto que nuestro

área (cuenca) es muy reducido, por ello se aplicará para calcular T_c la fórmula de Izzard que considera más factores:

$$T_c = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, $Cr = 0,045$. (Tabla)
- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$T_c = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (74,1)^{1/3}}{(0,8 \cdot 2,86)^{2/3}} = 45,84 \text{ min} = 0,76 \text{ h}$$

- c) Intensidad media de precipitación. La intensidad media de precipitación para el período de retorno considerado se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - T_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- I_d : La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a $(P_d^*/24)$
- I_1 : La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- T_c : La duración del intervalo al que se refiere (h)



Fig.3- Mapa de Isótopos I_1/I_d (MOPU, 1990)

En la zona considerada de la provincia de Ávila:

$$I_1/I_d = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,76^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 33,48 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: El coeficiente de escorrentía C define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria Pd correspondiente al período de retorno y el umbral de escorrentía Po, a partir del cual se inicia ésta. Se puede calcular por medio de una expresión matemática o un ábaco. La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente;

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la siguiente tabla 2.1 (5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura siguiente (fig.2.5, 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

TABLA 2-1 (Continuación)

ESTIMACION INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA P_o (mm)

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo				
			A	B	C	D	
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6	
		N	28	17	11	8	
	< 3	R/N	30	19	13	10	
Rotación de cultivos densos	≥ 3	R	37	20	12	9	
		N	42	23	14	11	
	< 3	R/N	47	25	16	13	
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6	
		Media	53	23	14	9	
		Buena	*	33	18	13	
		Muy buena	*	41	22	15	
	< 3	Pobre	58	25	12	7	
		Media	*	35	17	10	
		Buena	*	*	22	14	
		Muy buena	*	*	25	16	
	Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
			Media	*	34	19	14
Buena			*	42	22	15	
< 3		Pobre	*	34	19	14	
		Media	*	42	22	15	
		Buena	*	50	25	16	
Masas forestales (bosques, Monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5	
		Clara	60	24	14	10	
		Media	*	34	22	16	
		Espesa	*	47	31	23	
		Muy espesa	*	65	43	33	
Notas: 1. N: denota cultivo según las curvas de nivel. R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente. 2. *: denota que esa parte de cuenca debe considerarse inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida. 3. Las zonas abancajadas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 por 100.							
Tipo de terreno		Pendiente (%)	Umbral de escorrentia (mm)				
Rocas permeables	≥ 3		3				
	< 3		5				
Rocas impermeables	≥ 3		2				
	< 3		4				
Firmes granulares sin pavimento			2				
Adoquinados			1,5				
Pavimentos bituminosos o de hormigón			1				

Fig.4- Estimación inicial del umbral de escorrentía P_o (Tabla 2.1 Norma 5.2-IC)

TABLA 2-2

CLASIFICACION DE SUELOS A EFECTOS DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa- arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo- limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Fig.5- Clasificación de suelos a efectos de Po (Tabla 2.2 Norma 5.2-IC)

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

Po = 4 mm (Rocas impermeables con pendiente < 3%)



Fig. 2.5. MAPA DEL COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

Fig.6- Mapa del coeficiente corrector de Po (Fig.2.5 Norma 5.2-IC)

El coeficiente corrector de P_o obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$P_0 = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 8,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 8,8)}{(68,64 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,59$$

O también el coeficiente de escorrentía se puede obtener de la fig.2.4 (5.2-IC) a partir de los datos de P_d/P_o obtenidos a su vez:

- Con la precipitación máxima diaria obtenida Pd.

- El umbral de escorrentía P_0 obtenido de la Tabla 2.1 (5.2-IC) y multiplicado por el coeficiente corrector obtenido de la fig.2.5 (5.2-IC).

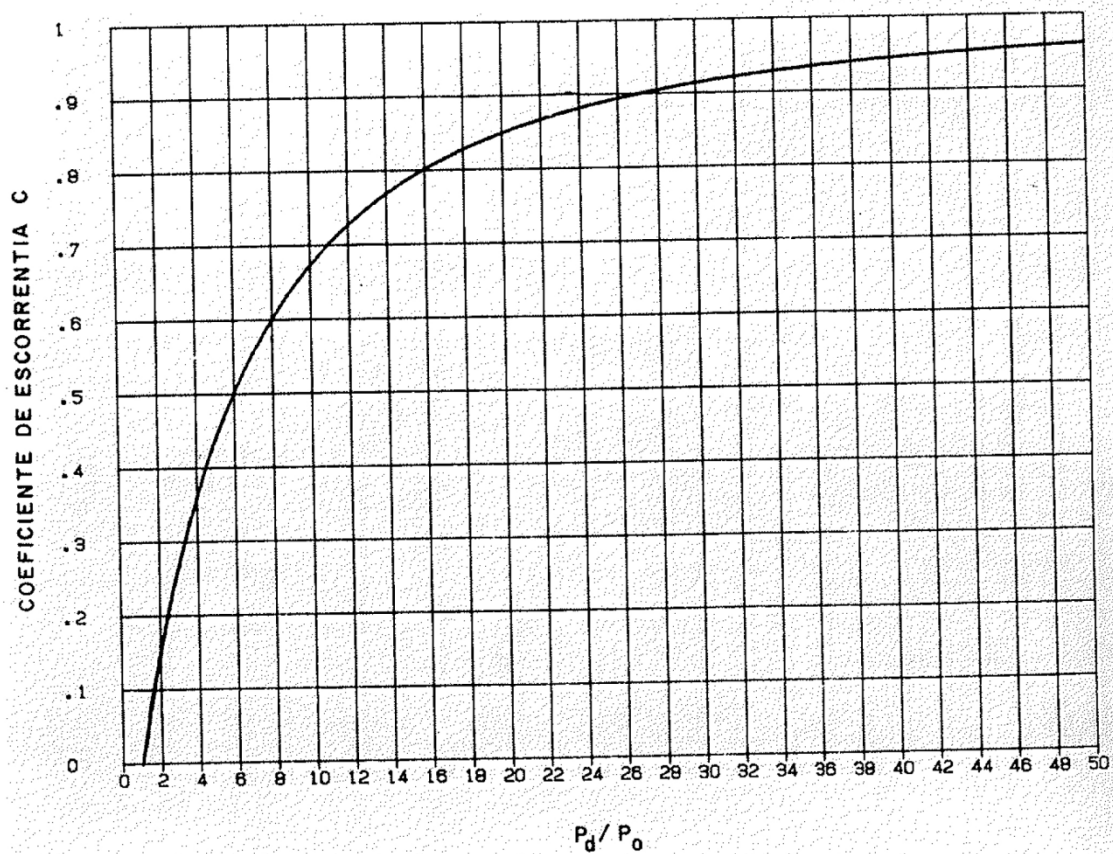


Fig.7- Ábaco para calcular C (fig.2.4 Norma 5.2-IC)

Mediante este método se tiene:

$P_d/P_0 = 68,64 / 8,8 = 7,8$; ENTRANDO EN EL ÁBACO $\rightarrow C = 0,58$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC. Esta metodología está pensada para cuencas pequeñas (consideradas así aquellas donde $T_c < 6$ horas), ya que está basada en el tamaño de la cuenca, la intensidad media de precipitación y la escorrentía

superficial creada. En cuencas mayores pierde precisión. Dicha fórmula es la siguiente:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3}$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagüa una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

Sin embargo este método no ha estado exento de críticas, por lo que ha sufrido modificaciones con el fin de mejorarlo. Este es el caso de la modificación Témez (1991) en el que se incluye el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), teniendo en cuenta el periodo de retorno considerado. Esta modificación se debe a que en situaciones reales, normalmente la precipitación neta y la escorrentía no son constantes en el tiempo.

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

En este caso la fórmula a utilizar será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Por tanto el caudal punta de avenida en el Vaso nº1 será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,59 \cdot 33,48 \cdot 1,315 \cdot 10^{-3}}{3,6} \cdot 1,905 = 0,0137 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vaso de vertido nº2.

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo para el Vaso de vertido nº1, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

Pd = 68,635 mm/día

a) Máxima precipitación horaria

$$Id = Pd/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

b) Tiempo de concentración

$$Tc = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, Cr = 0,045. (Tabla)

- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (31)^{1/3}}{(0,8 \cdot 2,86)^{2/3}} = 34,28 \text{ min} = 0,57 \text{ h}$$

c) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (h)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,57^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 39,32 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la tabla 2.1 (5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

Po = 4 mm (Rocas impermeables con pendiente < 3%)

El coeficiente corrector de Po obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$Po = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 8,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 8,8)}{(68,64 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,59$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en el Vaso nº2 será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,59 \cdot 39,32 \cdot 5,23 \cdot 10^{-4}}{3,6} \cdot 1,905 = 6,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Vaso de vertido nº3.

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo para el Vaso de vertido nº1, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

$P_d = 68,635 \text{ mm/día}$

a) Máxima precipitación horaria

$$I_d = P_d/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

b) Tiempo de concentración

$$T_c = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + C_r}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{E_s}{P_r}$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre E_s y P_r
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- C_r = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, $C_r = 0,045$. (Tabla)
- E_s = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- P_r = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (24,4)^{1/3}}{(0,8 \cdot 2,86)^{2/3}} = 31,66 \text{ min} = 0,53 \text{ h}$$

c) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (h)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,53^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 40,92 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la tabla 2.1(5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

Po = 4 mm (Rocas impermeables con pendiente < 3%)

El coeficiente corrector de Po obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$Po = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 8,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 8,8)}{(68,64 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,59$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en el Vaso nº3 será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,59 \cdot 40,92 \cdot 1,658 \cdot 10^{-3}}{3,6} \cdot 1,905 = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vaso de vertido nº4.

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo para el Vaso de vertido nº1, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

$P_d = 68,635 \text{ mm/día}$

a) Máxima precipitación horaria

$$I_d = P_d/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

b) Tiempo de concentración

$$T_c = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + C_r}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{E_s}{P_r}$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre E_s y P_r
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- C_r = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, $C_r = 0,045$. (Tabla)
- E_s = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- P_r = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (36)^{1/3}}{(0,8 \cdot 2,86)^{2/3}} = 36,04 \text{ min} = 0,60 \text{ h}$$

c) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (h)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,60^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 38,22 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente;

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la tabla 2.1(5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

Po = 4 mm (Rocas impermeables con pendiente < 3%)

El coeficiente corrector de Po obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$Po = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 8,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 8,8)}{(68,64 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,59$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en el Vaso nº4 será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,59 \cdot 38,22 \cdot 1,654 \cdot 10^{-3}}{3,6} \cdot 1,905 = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vaso de vertido nº5

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo para el Vaso de vertido nº1, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

$Pd = 68,635 \text{ mm/día}$

a) Máxima precipitación horaria

$$Id = Pd/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

b) Tiempo de concentración

$$Tc = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, $Cr = 0,045$. (Tabla)
- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (18)^{1/3}}{(0,8 \cdot 2,86)^{2/3}} = 28,60 \text{ min} = 0,48 \text{ h}$$

c) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (h)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,48^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 43,18 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la tabla 2.1(5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

Po = 4 mm (Rocas impermeables con pendiente < 3%)

El coeficiente corrector de Po obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$Po = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 8,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 8,8)}{(68,64 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,59$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en el Vaso nº5 será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,59 \cdot 43,18 \cdot 2,806 \cdot 10^{-4}}{3,6} \cdot 1,905 = 3,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Gemuño

En este caso se tiene un único vaso de vertido. El procedimiento de cálculo es el mismo que para uno de los vasos de la propuesta de proyecto A) La Colilla. Como se obtuvo al principio de este Anexo, en la zona de Gemuño se tiene:

$$Pd = 84,323 \text{ mm/día}$$

a) Máxima precipitación horaria

$$Id = Pd/24 = 3,513 \text{ mm/h}$$

La ley de precipitaciones máximas diarias sobre una cuenca, viene modificada según la expresión siguiente, para tener en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo período de retorno en toda la superficie.

$$Pd^* = Pd (1 - \log A/15) \quad \text{para } A \geq 1\text{km}^2$$

$$Pd^* = Pd \quad \text{para } A < 1\text{km}^2$$

Siendo:

- Pd^* : Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al período de retorno.
- Pd : Precipitación máxima diaria
- $\log A$: Logaritmo decimal de la superficie de la cuenca A (km^2)

b) Tiempo de concentración: Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta hasta el final de la esorrentía superficial provocada en la cuenca.

Vamos a seguir todo el Método Racional indicado en la instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial” excepto en la fórmula del Tiempo de concentración, puesto que nuestro área (cuenca) es muy reducido, por ello se aplicará para calcular T_c la fórmula de Izzard que considera más factores:

$$T_c = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Grava suelta, Cr = 0,045. (Tabla)
- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 3,513 + 0,045}{2^{1/3}} = 0,036$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,8$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,036 \cdot (232,4)^{1/3}}{(0,8 \cdot 3,513)^{2/3}} = 58,51 \text{ min} = 0,975 \text{ h}$$

- c) Intensidad media de precipitación. La intensidad media de precipitación para el período de retorno considerado se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a $(Pd^*/24)$
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (h)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id}\right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)} = 3,513 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 0,97^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right)} = 35,758 \text{ mm/h}$$

- d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía P_o se puede obtener de la tabla 2.1 (5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo D (infiltración muy lenta), y por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

$P_o = 4 \text{ mm}$ (Rocas impermeables con pendiente $< 3\%$)

El coeficiente corrector de P_o obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2, luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$P_o = 4 \cdot 2,2 = 8,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(P_d - P_o) \cdot (P_d + 23P_o)}{(P_d + 11P_o)^2} = \frac{(84,32 - 8,8) \cdot (84,32 + 23 \cdot 8,8)}{(84,32 + 11 \cdot 8,8)^2} = 0,7$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de esorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En Gemuño:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,7 \cdot 35,76 \cdot 0,02950}{3,6} \cdot 1,905 = 0,3897 \text{ m}^3/\text{s}$$

Mapas ilustrativos

La colilla

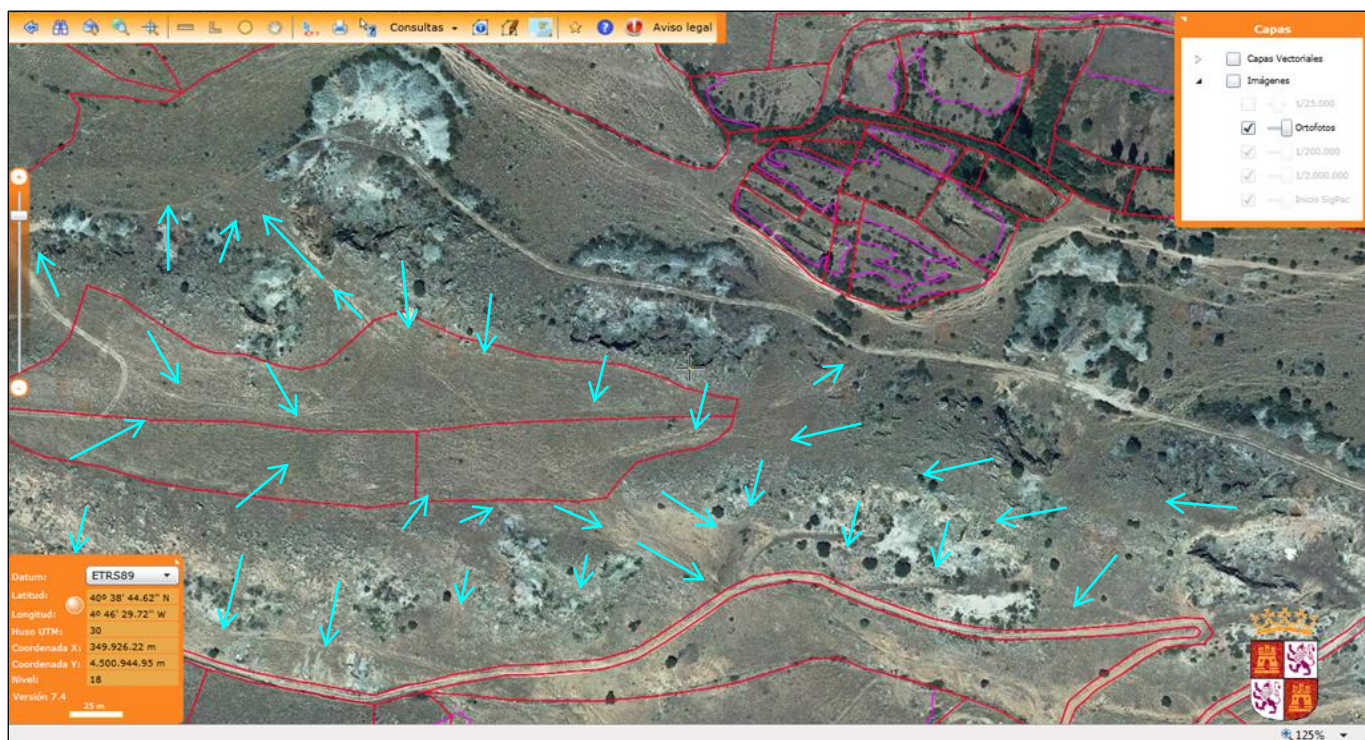


Fig. 8- Dirección y sentido del movimiento del agua de escorrentía (líneas de máxima pendiente del terreno). La longitud de las flechas es directamente proporcional a la pendiente del terreno.

Gemuño

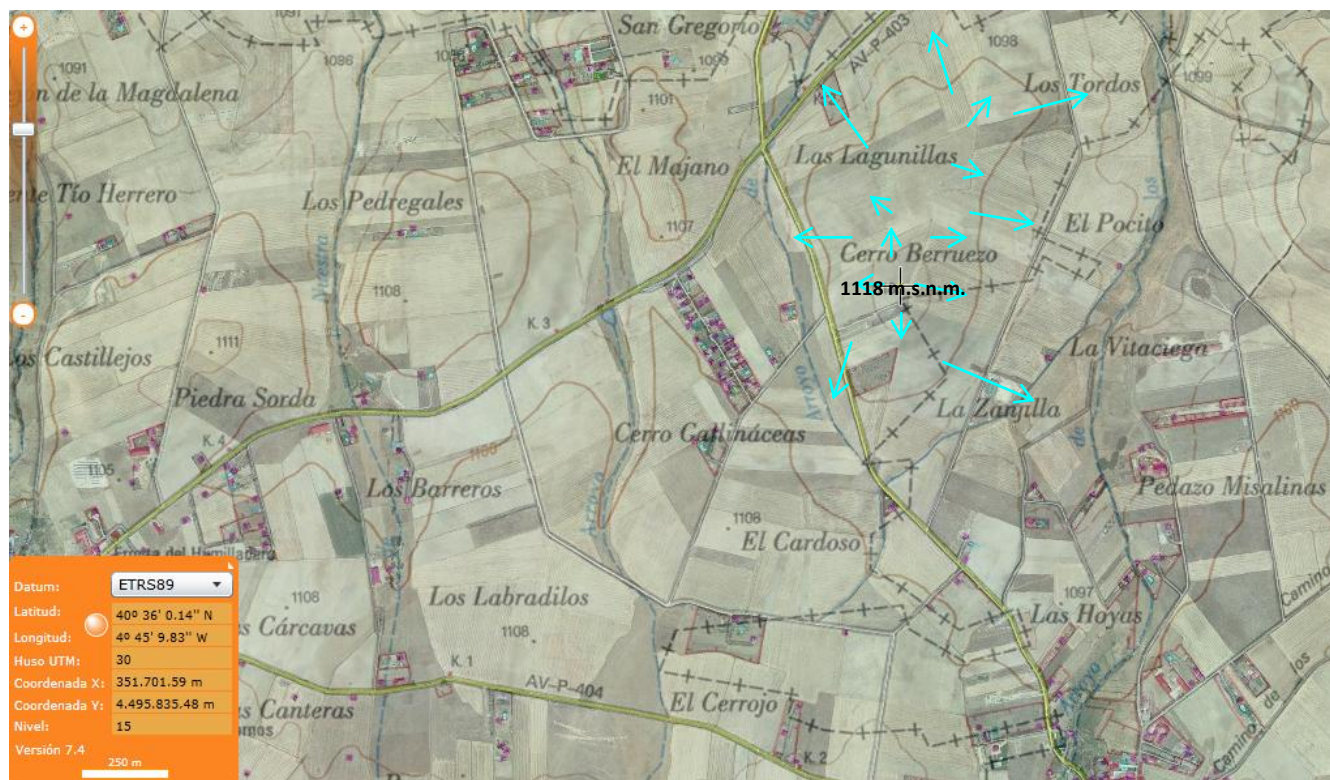


Fig. 9 - Dirección y sentido del movimiento del agua de escorrentía (líneas de máxima pendiente del terreno). La longitud de las flechas es directamente proporcional a la pendiente del terreno.

2. HIDROGEOLOGÍA

2.1. OBJETO

Este estudio tiene como propósito determinar el riesgo que existe de que se produzca una percolación de agua subterránea a los vasos de vertido de las distintas propuestas de proyecto, como consecuencia de la intersección de éstos con la superficie piezométrica de la zona.

2.2. RECOPIACIÓN DE DATOS HIDROGEOLÓGICOS

La siguiente tabla muestra los datos extraídos de la Base de datos de Puntos de Agua del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) a través de su aplicación InfoIGME.

Los datos se refieren a mediciones realizadas por el IGME en sondeos existentes en la zona, y se proporcionan: Municipio donde se encuentra el sondeo, coordenadas del sondeo, cota superior del sondeo, profundidad del sondeo, profundidad del agua en el sondeo junto a la fecha en la que se realizó la medición (juntos en la misma cuadrícula) cota del nivel piezométrico, surgencia o no, y litología presente.

Municipio /Provincia	X (UTM)	Y(UTM)	Huso	Cota sondeo (m)	Profundidad del sondeo (m)	Fecha (d/m/a) / Profundidad del agua (m)	Nivel piezo-métrico (m.s.n.m.)	Tipo de surgencia	Litología
La Colilla /Ávila	353131	4500549	30	1082	40	----- 4.1	1077.9	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	353051	4500455	30	1082	112	----- 12.8	1069.2	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	352491	4500528	30	1090	42	01/01/1975 5 03/09/1975 8.47 10/10/1978 8.6	1085 1081.53 1081.4	No surgente. No surgente. No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	352502	4500077	30	1085	50	01/01/1973 5	1080	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

La Colilla /Ávila	352300	4500428	30	1094	60	05/10/1978	9.5	1084.5	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	352278	4500238	30	1084	50	04/10/1978	6	1078	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	352059	4500380	30	1095	56	04/10/1978	8.1	1086.9	No surgente.	Terciario, arenas, gravas. Acuífero si.
La Colilla /Ávila	351359	4499966	30	1098	55	10/06/1975	11.62	1086.38	No surgente.	Mioceno, arenas, gravas. Acuífero si.
						12/07/1979	13.08	1084.92	No surgente.	
						30/10/1980	14.09	1083.91	No surgente.	
						17/02/1981	14.22	1083.78	No surgente.	
						21/05/1981	14.85	1083.15	"	
						16/07/1981	18.4	1079.6	"	
						10/11/1981	14.88	1083.12	"	
						26/03/1982	14.8	1083.2	"	
						05/11/1982	15.54	1082.46	"	
						21/11/1983	16.14	1081.86	"	
						28/05/1984	17.22	1080.78	"	
						08/11/1984	16.55	1081.45	"	
						23/04/1985	16.6	1081.4	"	
						08/11/1985	18.13	1079.87	"	
						21/04/1986	17.15	1080.85	"	
						13/11/1986	17.4	1080.6	"	
						27/04/1987	17.45	1080.55	"	
						17/05/1988	18.19	1079.81	"	
						10/11/1988	18.46	1079.54	"	
						13/04/1989	18.43	1079.57	"	
						26/10/1989	18.76	1079.24	"	
						16/04/1990	18.53	1079.47	"	
						26/11/1990	18.55	1079.45	"	
						05/04/1991	18.53	1079.47	"	
						28/10/1991	18.84	1079.16	"	
						15/04/1992	18.95	1079.05	"	
						17/11/1992	19.39	1078.61	"	
						10/05/1993	19.68	1078.32	"	
						15/11/1993	20.36	1077.64	"	
						19/05/1994	20.42	1077.58	"	
						12/12/1994	20.57	1077.43	"	
						15/05/1995	20.38	1077.62	"	
						20/10/1995	21.29	1076.71	"	
						22/04/1996	22.09	1075.91	"	
						29/10/1996	22.75	1075.25	"	
						25/11/1997	23.13	1074.87	"	
						06/04/1998	22.82	1075.18	"	
						28/10/1998	22.68	1075.32	"	
						15/04/1999	22.27	1075.73	"	

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

						28/10/1999	22.46	1075.54	"	
						24/04/2000	22.23	1075.77	"	
						30/10/2000	23.12	1074.88	"	
						23/04/2001	22.96	1075.04	"	
						11/10/2001	23.41	1074.59	"	
La Colilla /Ávila	351144	4499904	30	1100	60	05/10/1978	40	1060	No surgente	Terciario, arenas y gravas. Acuífero sí.
La Colilla /Avila	351042	4499654	30	1095	104	01/01/1973	3	1092	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
						03/09/1975	1.42	1093.58	No surgente	
El Fresno /Avila	350392	4499647	30	1120	80	05/10/1978	32.6	1087.4	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
El Fresno /Avila	350541	4499587	30	1120	80	05/10/1978	34.2	1085.8	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
El Fresno /Avila	350494	4499335	30	1102	45	04/10/1978	16	1086	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
El Fresno /Avila	350616	4498976	30	1090	83	04/10/1978	10	1080	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
						17/02/1981	10.2	1079.8	"	
						21/05/1981	10.08	1079.92	"	
						16/07/1981	15.21	1074.79	"	
						10/11/1981	10.5	1079.5	"	
						26/03/1982	9.95	1080.05	"	
						04/11/1982	11.02	1078.98	"	
El Fresno /Avila	350886	4499084	30	1095	70	10/10/1978	14	1081	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
El Fresno /Ávila	351082	4498333	30	1078	90	04/10/1978	3	1075	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
El Fresno /Ávila	350916	4496381	30	1092	72	02/11/1978	11.6	1080.4	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Gemuño /Avila	350156	4495234	30	1100	70	10/10/1978	22	1078	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Gemuño /Avila	349415	4495138	30	1103	80	10/10/1978	17	1086	No surgente	Terciario, arenas gravas.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

										Acuífero sí.
Gemuño /Avila	349305	4495148	30	1103	104	10/10/1978	18	1085	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	343976	4498616	30	1105	30	05/10/1978	1	1104	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344884	4498219	30	1098	50	01/03/1975 09/09/1975 22/09/1978	2.96 4.19 11.6	1095.04 1093.81 1086.4	No surgente "	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344913	4498059	30	1095	48	22/09/1978	4	1091	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344670	4497810	30	1098	109	10/06/1975 12/07/1979 30/10/1980 17/02/1981 21/05/1981 16/07/1981 10/11/1981 25/03/1982 05/11/1982	2.55 4.11 3.69 2.62 2.7 8.3 3.71 2.68 4.17	1095.45 1093.89 1094.31 1095.38 1095.3 1089.7 1094.29 1095.32 1093.83	No surgente " " " " " " " "	Mioceno, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	345060	4497732	30	1097	60	01/03/1975 09/09/1975 22/09/1978	1.68 3.88 3.5	1095.32 1093.12 1093.5	No surgente "	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344867	4497438	30	1080	50	01/10/1978	0.8	1079.2	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344456	4497271	30	1097	25	01/10/1978	0.4	1096.6	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Padiernos /Avila	344364	4496982	30	1085	15	01/10/1978	2.5	1082.5	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347934	4499069	30	1096	70	03/10/1978	2	1094	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347785	4499100	30	1096	21	03/10/1978	0.2	1095.8	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	346220	4497548	30	1085	64	01/03/1975	2	1083	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Salobral /Avila	346421	4497632	30	1088	135	17/03/1975	1.24	1086.76	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
						12/07/1979	2.03	1085.97	"	
						30/10/1980	1.75	1086.25	"	
						17/02/1981	1.6	1086.4	"	
						21/05/1981	1.29	1086.71	"	
						16/07/1981	2.33	1085.67	"	
						10/11/1981	2.05	1085.95	"	
						04/11/1982	1.91	1086.09	"	
Salobral /Avila	346541	4497586	30	1086	50	29/09/1978	2.4	1083.6	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	346645	4498146	30	1090	81	01/10/1978	1.2	1088.8	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347020	4497442	30	1084	80	29/09/1978	2.2	1081.8	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	346927	4498294	30	1090	175	29/09/1978	0.6	1089.4	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347619	4497298	30	1086	40	01/10/1978	1.7	1084.3	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347528	4498410	30	1087	109	29/09/1978	0.9	1086.1	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
Salobral /Avila	347628	4498389	30	1087	45	29/09/1978	0.4	1087.4	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
La Serrada /Avila	348478	4498196	30	1084	82	24/10/1978	4.2	1079.8	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
La Serrada /Avila	349137	4499203	30	1100	70	03/10/1978	33	1067	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
La Serrada /Avila	349949	4499399	30	1120	127	03/10/1978	58	1062	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.
La Serrada /Avila	350299	4499343	30	1105	80	04/10/1978	4	1101	No surgente	Terciario, arenas gravas. Acuífero sí.

Se han marcado las cotas del nivel piezométrico de los sondeos más representativos para nuestro estudio, sobre los mapas de la Base de Datos de Puntos de Agua del IGME, para una mayor clarificación a cerca de la posible afección de las aguas subterráneas a las obras del presente proyecto. Los mapas se muestran a continuación.

Cabe señalar que las mediciones que se tienen datan en su mayoría, de finales de la década de 1970 y principios de la década de 1980. La explotación del acuífero del Valle Amblés ha aumentado desde entonces, por lo que cabe esperar que el nivel piezométrico actual sea menor; en concreto, diferentes estudios estiman que el descenso del nivel piezométrico ha sido de aproximadamente 4-6 metros.

2.3. MAPAS

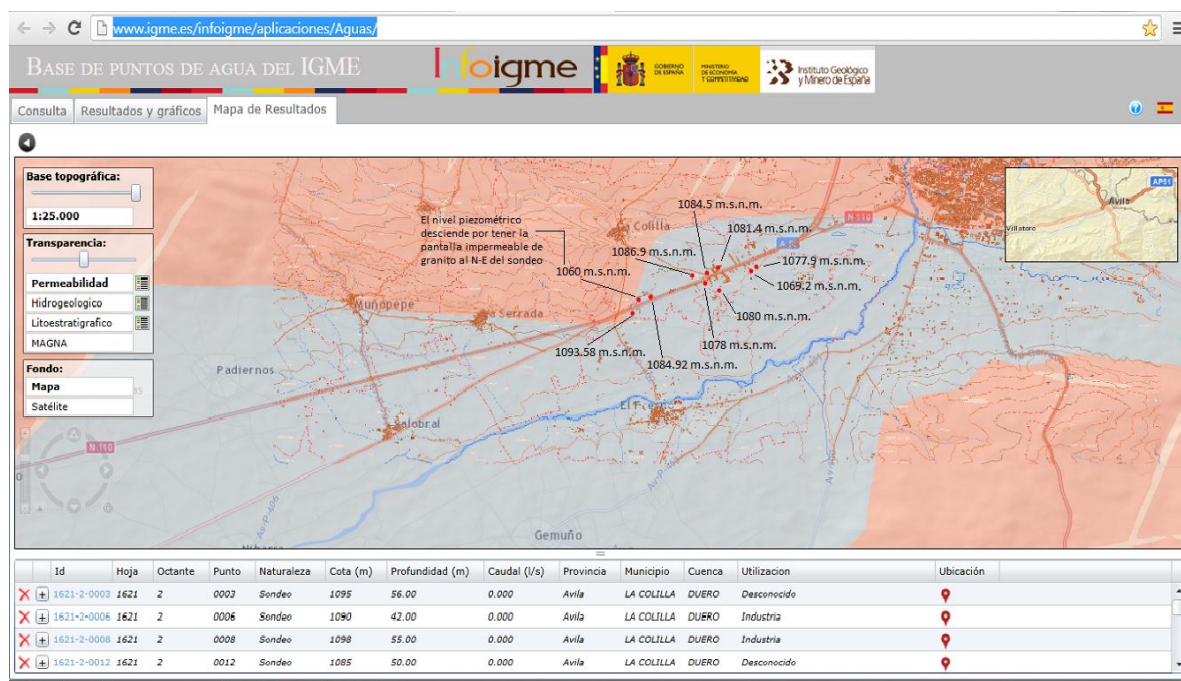


Fig.10 - Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Colilla (Ávila)

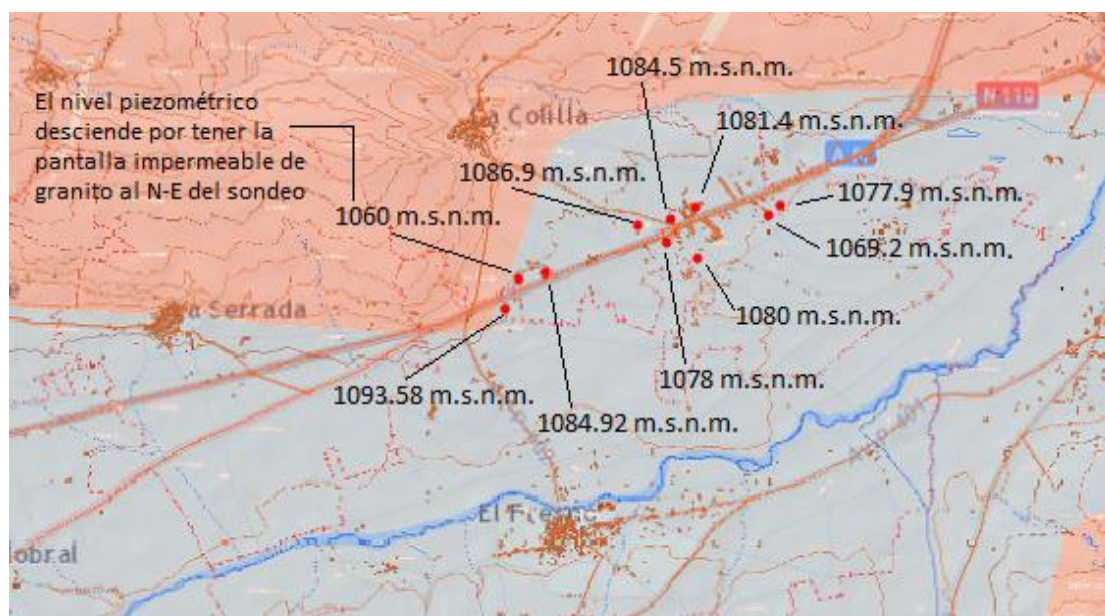


Fig.11- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Colilla (Ávila)

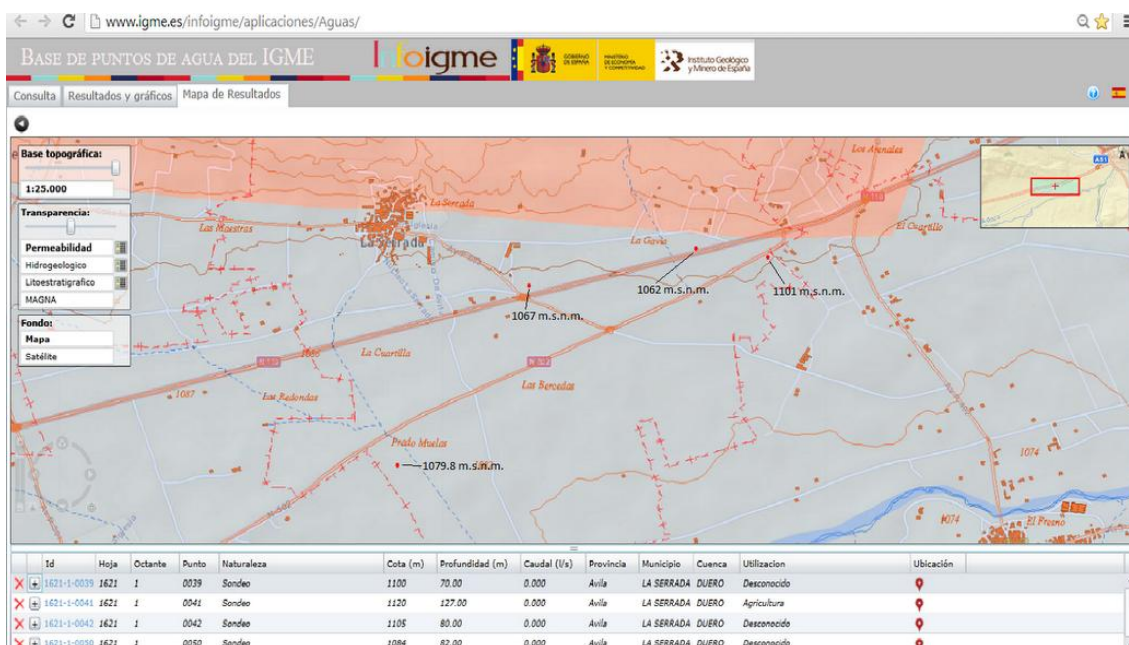


Fig.12 - Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Serrada (Ávila)

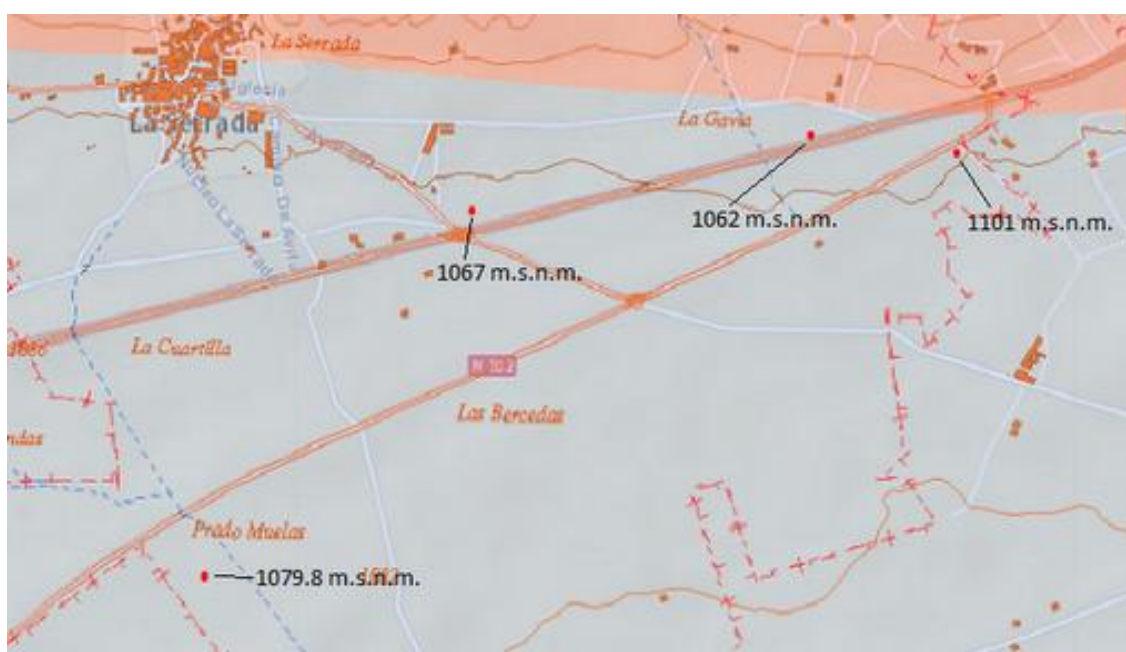


Fig.13 - Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, La Serrada (Ávila)

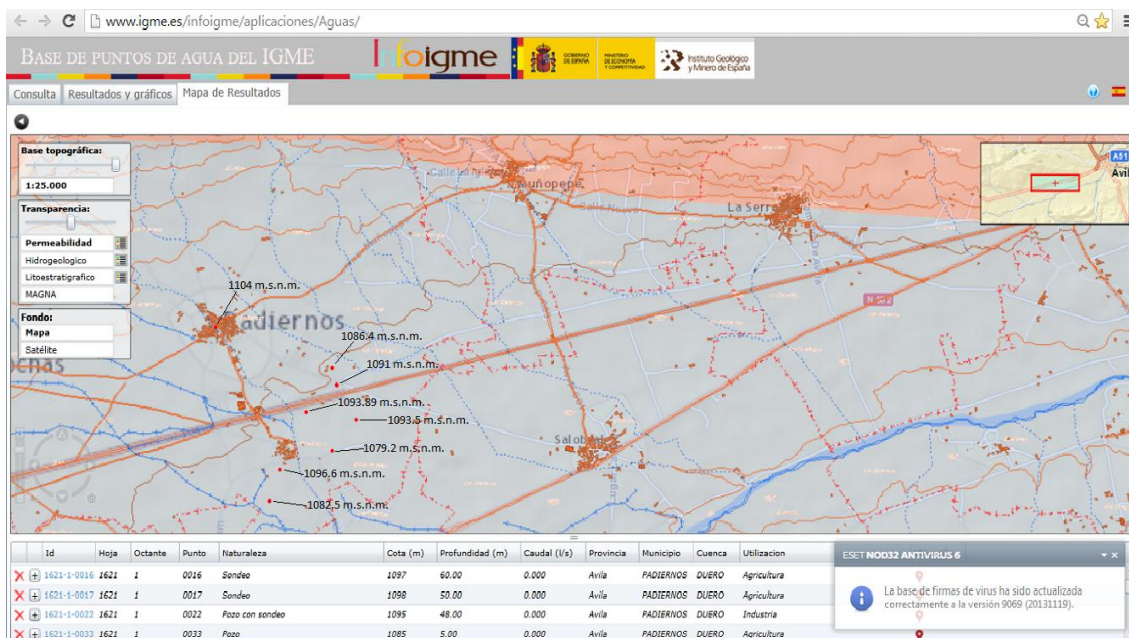


Fig.14- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Padiernos (Ávila)

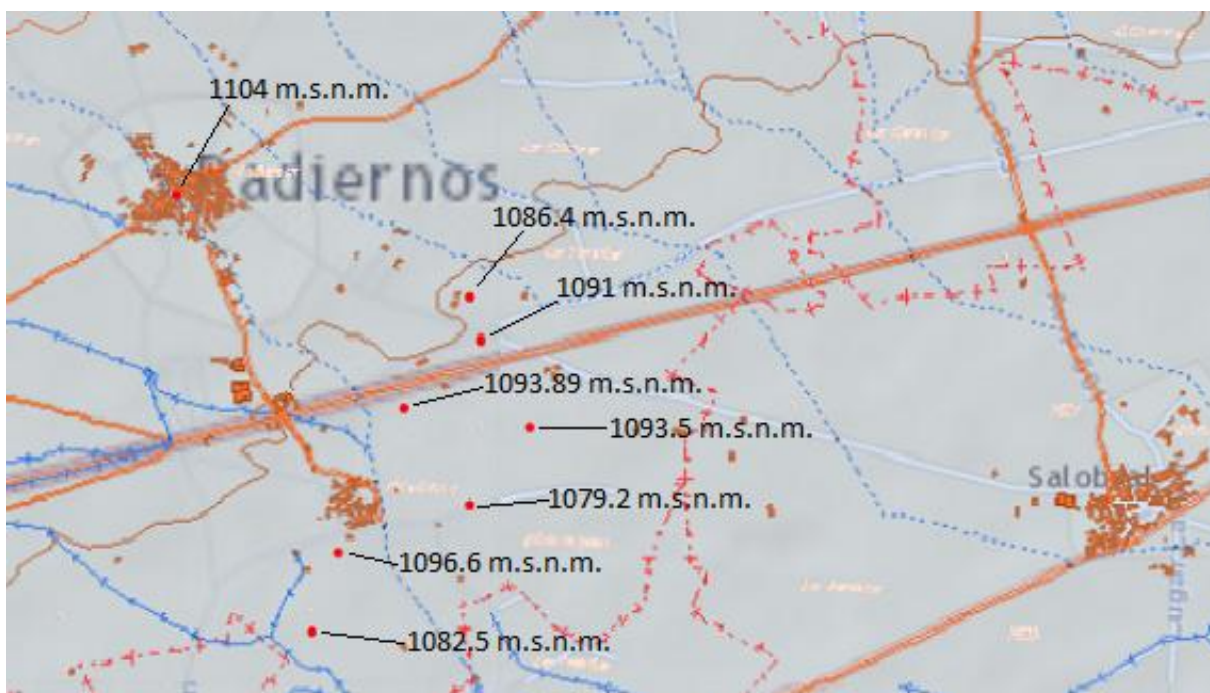


Fig.15- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Padiernos (Ávila)

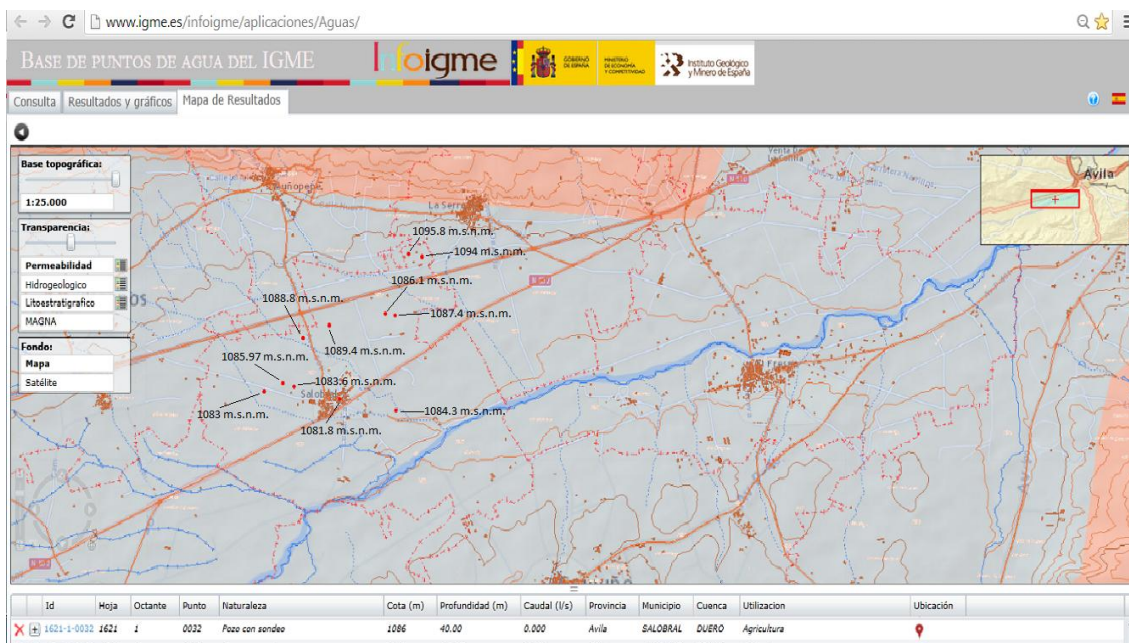


Fig.16- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Salobral (Ávila)

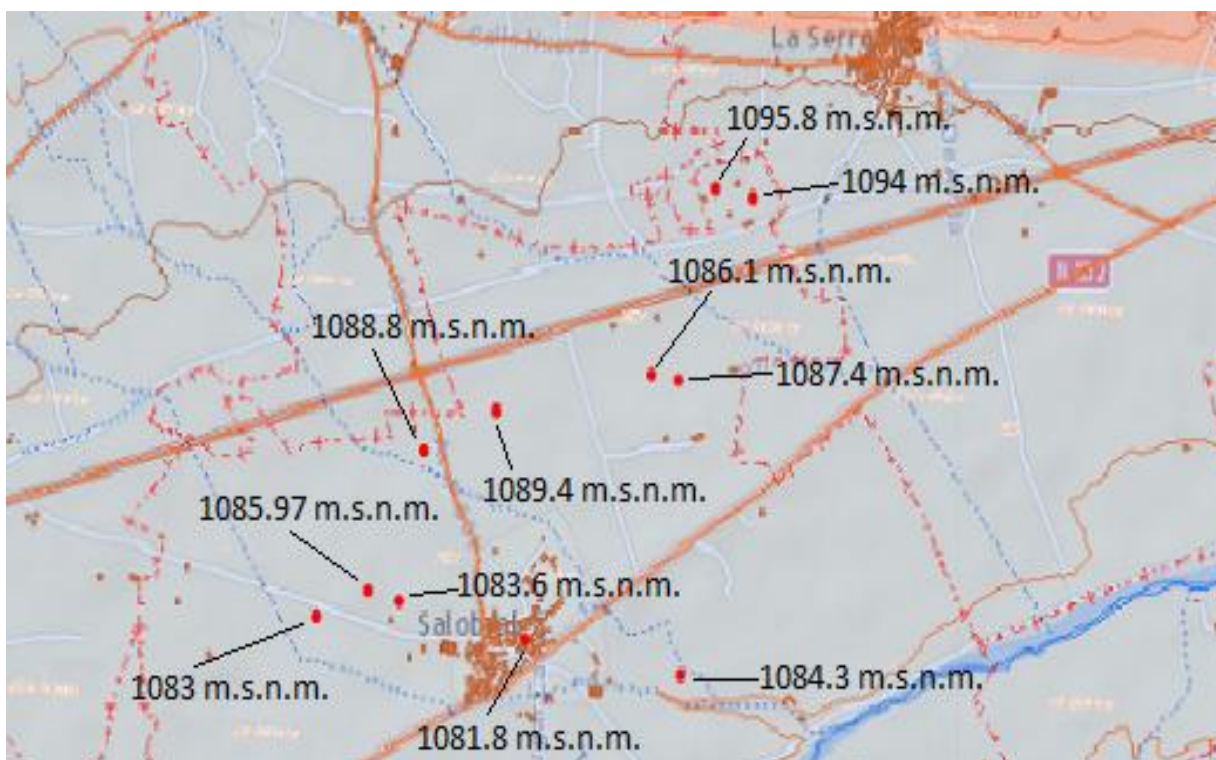


Fig.17- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Salobral (Ávila)

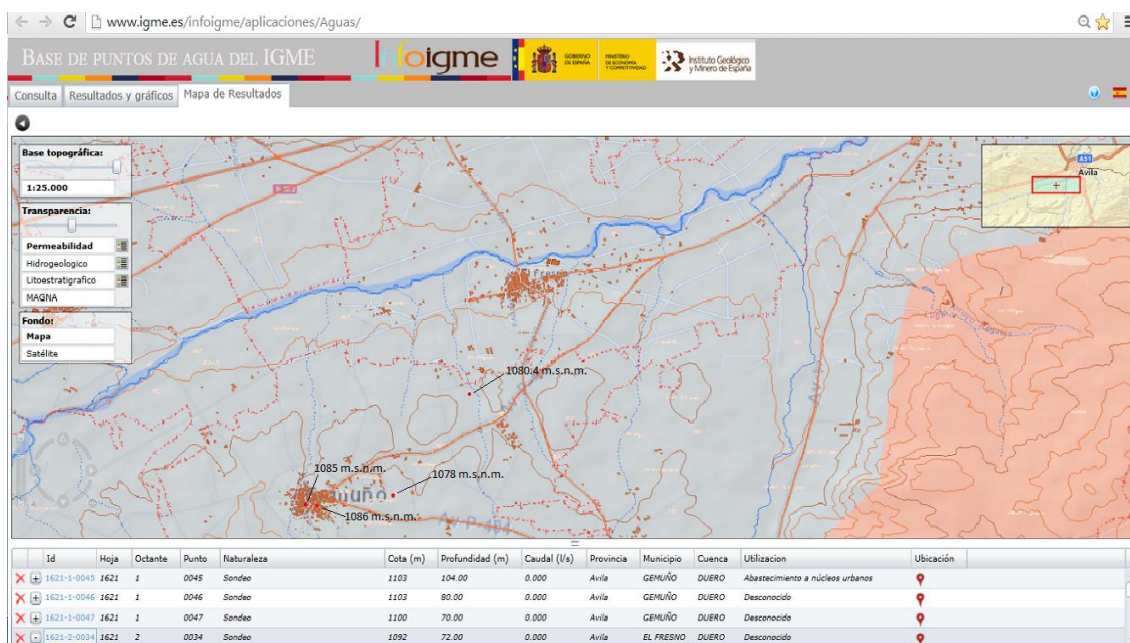


Fig.18- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Gemuño (Ávila)

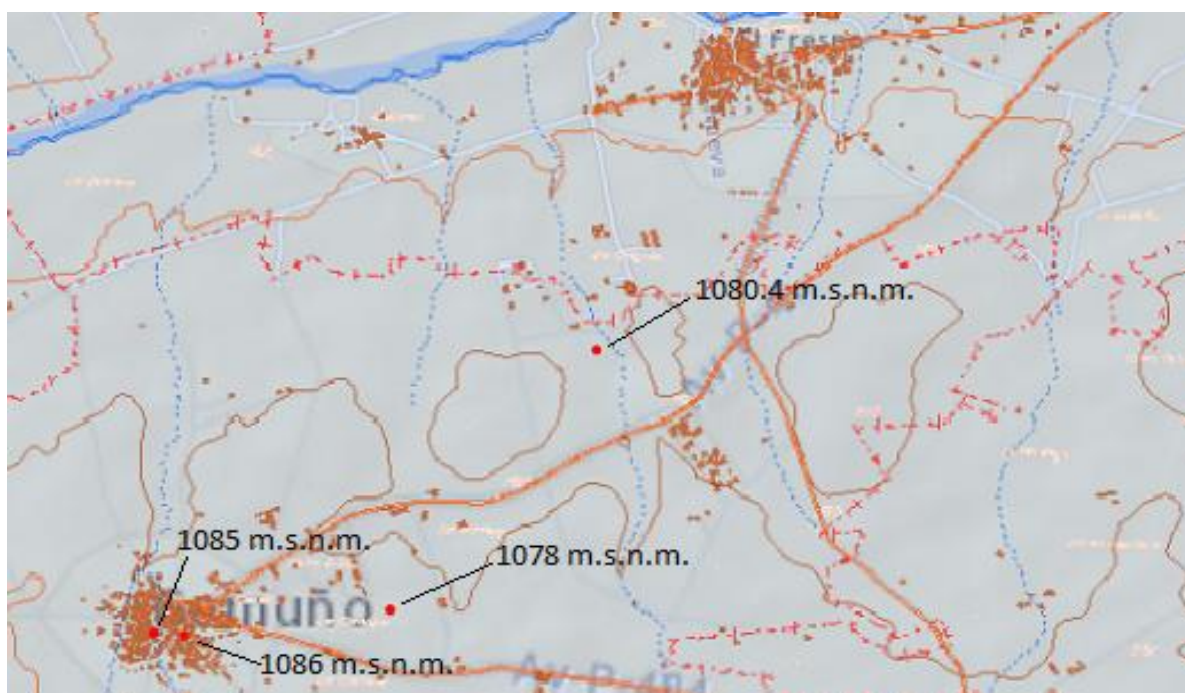


Fig.19- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, Gemuño (Ávila)

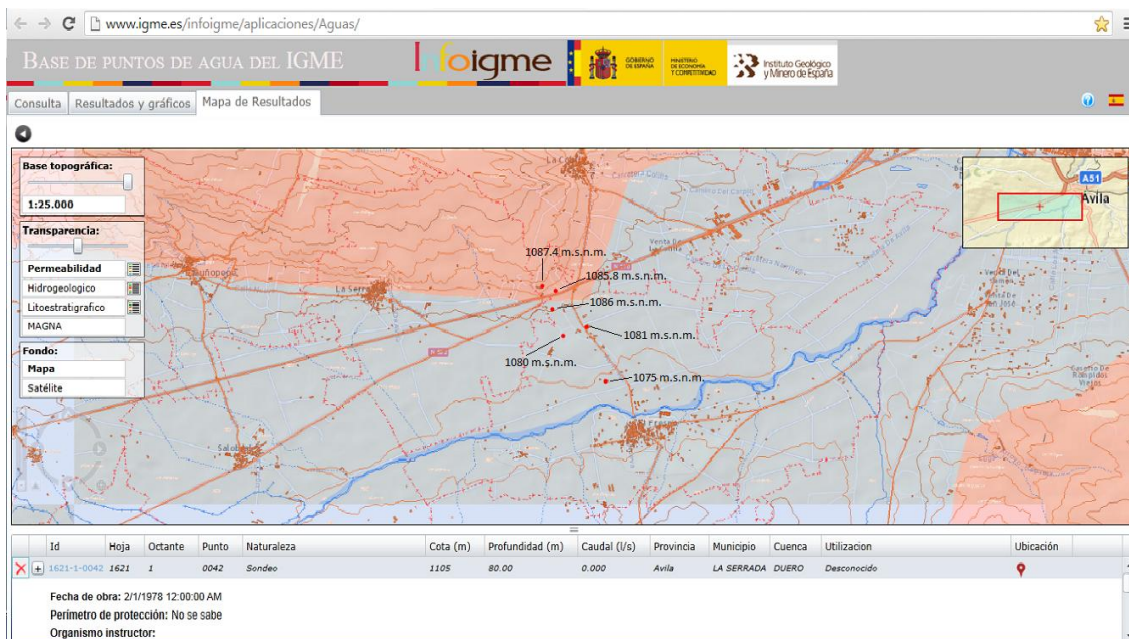


Fig.20- Mapa de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, El Fresno (Ávila)

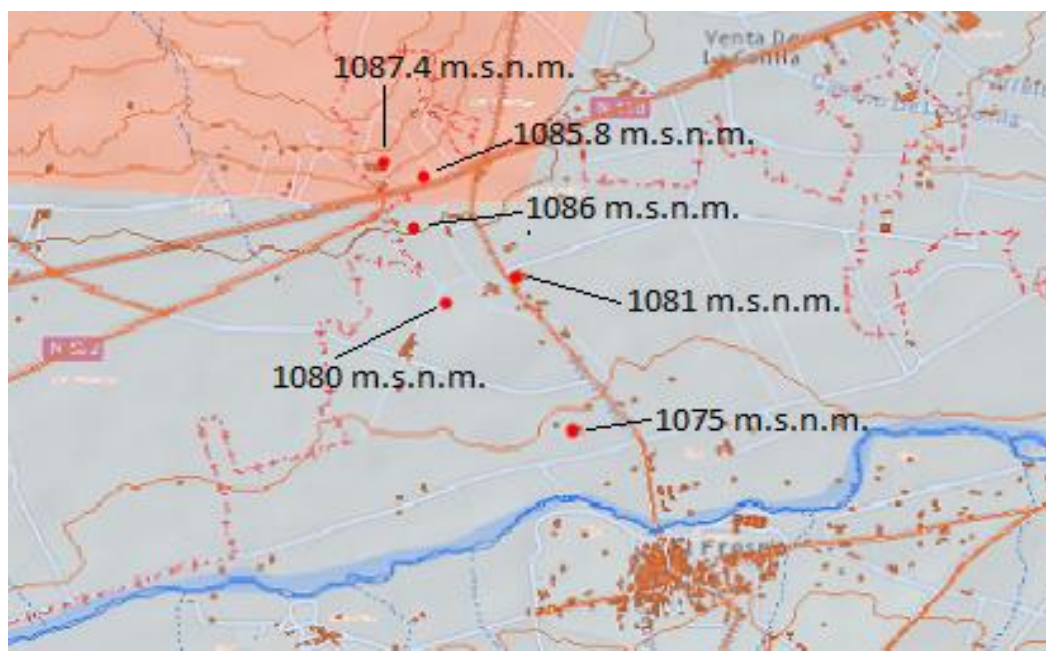
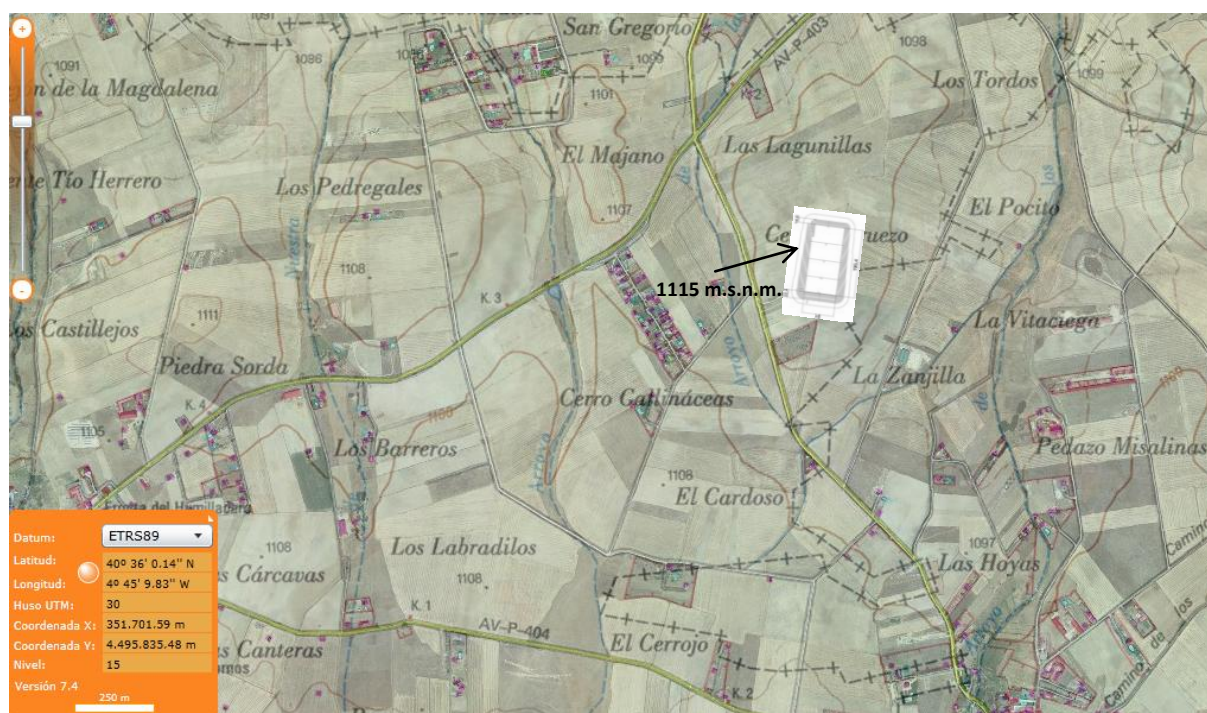


Fig.21- Detalle de puntos de agua con cota del nivel piezométrico, El Fresno (Ávila)



Fig.22- Cota máxima y mínima en vasos de vertido

Fig.23- Cota de pista perimetral al vaso de vertido.



2.4. CONCLUSIONES

La Colilla:

Nos encontramos en una zona elevada respecto al terreno, formada por material granítico, donde el nivel piezométrico de las aguas subterráneas se estima (por observación en sondeos próximos) en aproximadamente 1170 m. Los distintos vasos de vertido se encuentran en el punto más alto de la colina situada al oeste del núcleo urbano de La Colilla, a una cota máxima de 1230 m y mínima de 1194 m.

Se han realizado observaciones in situ en época de lluvia y no existe ningún curso de agua superficial ni subterráneo que afecte los intereses o la viabilidad de la obra.

Por todo ello, se considera que no existe riesgo de surgencia del agua subterránea en la zona destinada como vertedero.

Gemuño:

El área elegida para ubicar el relleno sanitario se encuentra en un terreno elevado respecto a su entorno una altura media de 10 m, debido a la elevada cota del nivel piezométrico del agua subterránea.

La cota de referencia de la obra será 1103 m (+- 1 m), será la cota de la pista exterior del vertedero. Desde dicha cota la profundidad máxima del vaso de vertido será 11,2 m, luego la cota del punto más bajo de la obra será 1091,8 m (+- 1 m). Por los datos hidrogeológicos del IGME relativos a los sondeos cercanos, se puede concluir que la cota máxima (en época de recarga de acuíferos) del nivel piezométrico en el entorno de la obra es de aproximadamente 1080 m.s.n.m, luego no hay riesgo de surgencia de agua subterránea al interior del vaso.

Anexo.- Nº7
IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

ANEXO Nº7: IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. NORMATIVA APLICABLES SOBRE RESIDUOS	4
3. TIPOS DE RESIDUOS ADMISIBLES. LISTA EUROPEA DE RESIDUOS (LER)	5
4. PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN	24

1. INTRODUCCIÓN

Según lo dispuesto en la ORDEN MAM/304/2002 de 8 de Febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, se considera que los residuos clasificados como peligrosos presentan una o más de las características enumeradas en el anexo III de la Directiva 91/689/CEE y, en lo que respecta a las características H3 a H8, H10 (1) y H11 de dicho anexo, una o más de las siguientes propiedades:

-Punto de inflamación $< 55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

-Contener una o más sustancias clasificadas (2) como muy tóxicas en una concentración total $> 0,1$ por 100.

-Contener una o más sustancias clasificadas como tóxicas en una concentración total > 3 por 100.

-Contener una o más sustancias clasificadas como nocivas en una concentración total > 25 por 100.

-Contener una o más sustancias corrosivas clasificadas como R35 en una concentración total > 1 por 100.

- Contener una o más sustancias corrosivas clasificadas como R34 en una concentración total > 5 por 100.

- Contener una o más sustancias irritantes clasificadas como R41 en una concentración total > 10 por 100.

- Contener una o más sustancias irritantes clasificadas como R41 en una concentración total > 10 por 100.

- Contener una o más sustancias irritantes clasificadas como R36, R37 ó R38 en una concentración total > 20 por 100.

-Contener una sustancia que sea un cancerígeno conocido de la categoría 1 ó 2 en una concentración $> 0,1$ por 100.

- Contener una sustancia que sea un cancerígeno conocido de la categoría 3 en una concentración > 1 por 100.

- Contener una sustancia tóxica para la reproducción de la categoría 1 ó 2, clasificada como R60 ó R61 en una concentración $>0,5$ por 100.
- Contener una sustancia tóxica para la reproducción de la categoría 3, clasificada como R62 ó R63 en una concentración >5 por 100.
- Contener una sustancia mutagénica de la categoría 1 ó 2 clasificada como R46 en una concentración $>0,1$ por 100.
- Contener una sustancia mutagénica de la categoría 3 clasificada como R40 en una concentración >1 por 100.

2. NORMATIVA APLICABLE SOBRE RESIDUOS

2.1. Normativa Europea aplicable

- Directiva 75/442/CEE del Consejo de 15 de julio relativa a los residuos (Directiva Marco de Residuos)
- Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de Marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos. Decisión 96/350/CE de 24 de Mayo por la que se adaptan los Anexos II A y II B de la Directiva 75/442/CEE del Consejo de 15 de julio relativa a los residuos. Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1990 sobre la política en materia de residuos (90/C122/02)
- Resolución del Consejo de 24 de Febrero de 1997 sobre una Estrategia Comunitaria de Gestión de Residuos (97/C76/01).
- Decisión de la Comisión 97/622/CE de 27 de mayo sobre cuestionarios para informes de los estados miembros relativos a la aplicación de determinadas directivas referentes al sector de los residuos (aplicación de la Directiva 91/692/CEE)
- Directiva 1999/31/CE del consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos.
- Decisión de la Comisión 2000/532/CE de 3 de mayo que sustituye a la Decisión 94/3/CEE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la decisión 94/904/CEE por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud

del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos. Esta decisión establece una lista comunitaria única en la que se han integrado la lista de residuos peligrosos prevista en la Decisión 94/904/CE y la lista de residuos de la Decisión 94/904/CE. Deroga ambas decisiones a partir del 1 de enero de 2002.

-Decisión 2001/118/CE de la Comisión de 16 de enero por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE en lo que se refiere a la lista de residuos

-Decisión 2001/119/CE de 22 de enero que modifica la Decisión 2000/532/CE.

-Decisión 2001/573/CE del Consejo de 23 de julio por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo que se refiere a la lista de residuos.

-Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre relativo a las estadísticas sobre residuos.

2.2. Estado Español

ORDEN MAM/304/2002 de 8 de Febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

3. TIPOS DE RESIDUOS ADMISIBLES. LISTA EUROPEA DE RESIDUOS (LER)

Las tres alternativas de proyecto que se consideran en este documento se han proyectado para la eliminación de Residuos Sólidos Urbanos, esto es, según la clasificación establecida por la normativa de aplicación, Residuos No Peligrosos.

A continuación se ofrece la Lista Europea de Residuos (LER) donde se clasifican los residuos en Residuos no Peligrosos, y Residuos Peligrosos (estos últimos marcados con un asterisco).

LISTA DE RESIDUOS

01 Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales

01 01	Residuos de la extracción de minerales.
01 01 01	Residuos de la extracción de minerales metálicos.
01 01 02	Residuos de la extracción de minerales no metálicos.
01 03	Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos.
01 03 04*	Estériles que generan ácido procedentes de la transformación de sulfuros.
01 03 05*	Otros estériles que contienen sustancias peligrosas.
01 03 06	Estériles distintos de los mencionados en los códigos 01 03 04 y 01 03 05.
01 03 07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos.
01 03 08	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 03 07.
01 03 09	Lodos rojos de la producción de alúmina distintos de los mencionados en el código 01 03 07.
01 03 99	Residuos no especificados en otra categoría.
01 04	Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos.
6498	Martes 19 febrero 2002 BOE núm. 43
01 04 07*	Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos.
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
01 04 11	Residuos de la transformación de potasa y sal gema distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
01 04 12	Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales distintos de los mencionados en el código 01 04 07 y 01 04 11.
01 04 13	Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
01 04 99	Residuos no especificados en otra categoría.
01 05	Lodos y otros residuos de perforaciones.
01 05 04	Lodos y residuos de perforaciones que contienen agua dulce.
01 05 05*	Lodos y residuos de perforaciones que contienen hidrocarburos.
01 05 06*	Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sustancias peligrosas.
01 05 07	Lodos y residuos de perforaciones que contienen sales de bario distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.
01 05 08	Lodos y residuos de perforaciones que contienen cloruros distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.
01 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.

02 Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos

- 02 01 Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca.
- 02 01 01 Lodos de lavado y limpieza.
- 02 01 02 Residuos de tejidos de animales.
- 02 01 03 Residuos de tejidos de vegetales.
- 02 01 04 Residuos de plásticos (excepto embalajes).
- 02 01 06 Heces de animales, orina y estiércol (incluida paja podrida) y efluentes recogidos selectivamente y tratados fuera del lugar donde se generan.
- 02 01 07 Residuos de la silvicultura.
- 02 01 08* Residuos agroquímicos que contienen sustancias peligrosas.
- 02 01 09 Residuos agroquímicos distintos de los mencionados en el código 02 01 08.
- 02 01 10 Residuos metálicos.
- 02 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 02 Residuos de la preparación y elaboración de carne, pescado y otros alimentos de origen animal.
- 02 02 01 Lodos de lavado y limpieza.
- 02 02 02 Residuos de tejidos de animales.
- 02 02 03 Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración.
- 02 02 04 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 02 02 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 03 Residuos de la preparación y elaboración de frutas, hortalizas, cereales, aceites comestibles, cacao, café, té y tabaco; producción de conservas; producción de levadura y extracto de levadura, preparación y fermentación de melazas.
- 02 03 01 Lodos de lavado, limpieza, pelado, centrifugado y separación.
- 02 03 02 Residuos de conservantes.
- 02 03 03 Residuos de la extracción con disolventes.
- 02 03 04 Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración.
- 02 03 05 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 02 03 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 04 Residuos de la elaboración de azúcar.
- 02 04 01 Tierra procedente de la limpieza y lavado de la remolacha.
- 02 04 02 Carbonato cálcico fuera de especificación.
- 02 04 03 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 02 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 05 Residuos de la industria de productos lácteos.
- 02 05 01 Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración.
- 02 05 02 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 02 05 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 06 Residuos de la industria de panadería y pastelería.
- 02 06 01 Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración.
- 02 06 02 Residuos de conservantes.
- 02 06 03 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6499

- 02 06 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 02 07 Residuos de la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (excepto café, té y cacao).
- 02 07 01 Residuos de lavado, limpieza y reducción mecánica de materias primas.
- 02 07 02 Residuos de la destilación de alcoholes.
- 02 07 03 Residuos del tratamiento químico.
- 02 07 04 Materiales inadecuados para el consumo o la elaboración.
- 02 07 05 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 02 07 99 Residuos no especificados en otra categoría.

03 Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón

- 03 01 Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles.
 - 03 01 01 Residuos de corteza y corcho.
 - 03 01 04* Serrín, virutas, recortes, madera, tableros de partículas y chapas que contienen sustancias peligrosas.
 - 03 01 05 Serrín, virutas, recortes, madera, tableros de partículas y chapas distintos de los mencionados en el código 03 01 04.
 - 03 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 03 02 Residuos de los tratamientos de conservación de la madera.
 - 03 02 01* Conservantes de la madera orgánicos no halogenados.
 - 03 02 02* Conservantes de la madera organoclorados.
 - 03 02 03* Conservantes de la madera organometálicos.
 - 03 02 04* Conservantes de la madera inorgánicos.
 - 03 02 05* Otros conservantes de la madera que contienen sustancias peligrosas.
 - 03 02 99 Conservantes de la madera no especificados en otra categoría.
- 03 03 Residuos de la producción y transformación de pasta de papel, papel y cartón.
 - 03 03 01 Residuos de corteza y madera.
 - 03 03 02 Lodos de lejías verdes (procedentes de la recuperación de lejías de cocción).
 - 03 03 05 Lodos de destintado procedentes del reciclado de papel.
 - 03 03 07 Desechos, separados mecánicamente, de pasta elaborada a partir de residuos de papel y cartón.
 - 03 03 08 Residuos procedentes de la clasificación de papel y cartón destinados al reciclado.
 - 03 03 09 Residuos de lodos calizos.
 - 03 03 10 Desechos de fibras y lodos de fibras, de materiales de carga y de estucado, obtenidos por separación mecánica.
 - 03 03 11 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 03 03 10.
 - 03 03 99 Residuos no especificados en otra categoría.

04 Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil

- 04 01 Residuos de las industrias del cuero y de la piel.
 - 04 01 01 Carnazas y serrajes de encalado.
 - 04 01 02 Residuos de encalado.
 - 04 01 03* Residuos de desengrasado que contienen disolventes sin fase líquida.
 - 04 01 04 Residuos líquidos de curtición que contienen cromo.
 - 04 01 05 Residuos líquidos de curtición que no contienen cromo.
 - 04 01 06 Lodos, en particular los procedentes del tratamiento in situ de efluentes, que contienen cromo.
 - 04 01 07 Lodos, en particular los procedentes del tratamiento in situ de efluentes, que no contienen cromo.
 - 04 01 08 Residuos de piel curtida (serrajes, rebajaduras, recortes, polvo de esmerilado) que contienen cromo.
 - 04 01 09 Residuos de confección y acabado.
 - 04 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 04 02 Residuos de la industria textil.
 - 04 02 09 Residuos de materiales compuestos (tejidos impregnados, elastómeros, plastómeros).
 - 04 02 10 Materia orgánica de productos naturales (por ejemplo grasa, cera).
 - 04 02 14* Residuos del acabado que contienen disolventes orgánicos.
 - 04 02 15 Residuos del acabado distintos de los especificados en el código 04 02 14.
 - 04 02 16* Colorantes y pigmentos que contienen sustancias peligrosas.
 - 04 02 17 Colorantes y pigmentos distintos de los mencionados en el código 04 02 16.
 - 04 02 19* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
 - 04 02 20 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los mencionados en el código 04 02 19.
 - 04 02 21 Residuos de fibras textiles no procesadas.
 - 04 02 22 Residuos de fibras textiles procesadas.
 - 04 02 99 Residuos no especificados en otra categoría.

05 Residuos del refino del petróleo, de la purificación del gas natural y del tratamiento pirolítico del carbón

- 05 01 Residuos del refino del petróleo.
- 05 01 02* Lodos de desalación.
- 05 01 03* Lodos de fondos de tanques.
- 05 01 04* Lodos de alquil ácido.
- 05 01 05* Derrames de hidrocarburos.
- 05 01 06* Lodos oleosos procedentes de operaciones de mantenimiento de plantas o equipos.
- 05 01 07* Alquitrantes ácidos.
- 05 01 08* Otros alquitrantes.
- 05 01 09* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 05 01 10 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los mencionados en el código 05 01 09.
- 05 01 11* Residuos procedentes de la limpieza de combustibles con bases.
- 05 01 12* Hidrocarburos que contienen ácidos.
- 05 01 13 Lodos procedentes del agua de alimentación de calderas.
- 05 01 14 Residuos de columnas de refrigeración.
- 05 01 15* Arcillas de filtración usadas.
- 05 01 16 Residuos que contienen azufre procedentes de la desulfuración del petróleo.
- 05 01 17 Betunes.
- 05 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 05 06 Residuos del tratamiento pirolítico del carbón.
- 05 06 01* Alquitrantes ácidos.
- 05 06 03* Otros alquitrantes.
- 05 06 04 Residuos de columnas de refrigeración.
- 05 06 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 05 07 Residuos de la purificación y transporte del gas natural.
- 05 07 01* Residuos que contienen mercurio.
- 05 07 02 Residuos que contienen azufre.
- 05 07 99 Residuos no especificados en otra categoría.

06 Residuos de procesos químicos inorgánicos

- 06 01 Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de ácidos.
- 06 01 01* Ácido sulfúrico y ácido sulfuroso.
- 06 01 02* Ácido clorhídrico.
- 06 01 03* Ácido fluorhídrico.
- 06 01 04* Ácido fosfórico y ácido fosforoso.
- 06 01 05* Ácido nítrico y ácido nitroso.
- 06 01 06* Otros ácidos.
- 06 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 06 02 Residuos de la FFDU de bases.
- 06 02 01* Hidróxido cálcico.
- 06 02 03* Hidróxido amónico.
- 06 02 04* Hidróxido potásico e hidróxido sódico.
- 06 02 05* Otras bases.
- 06 02 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 06 03 Residuos de la FFDU de sales y sus soluciones y de óxidos metálicos.
- 06 03 11* Sales sólidas y soluciones que contienen cianuros.
- 06 03 13* Sales sólidas y soluciones que contienen metales pesados.
- 06 03 14 Sales sólidas y soluciones distintas de las mencionadas en los códigos 06 03 11 y 06 03 13.
- 06 03 15* Óxidos metálicos que contienen metales pesados.
- 06 03 16 Óxidos metálicos distintos de los mencionados en el código 06 03 15.
- 06 03 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 06 04 Residuos que contienen metales distintos de los mencionados en el subcapítulo 06 03.
- 06 04 03* Residuos que contienen arsénico.
- 06 04 04* Residuos que contienen mercurio.
- 06 04 05* Residuos que contienen otros metales pesados.
- 06 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 06 05 Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
- 06 05 02* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 06 05 03 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los mencionados en el código 06 05 02.
- 06 06 Residuos de la FFDU de productos químicos que contienen azufre, de procesos químicos del azufre y de procesos de desulfuración.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6501

06 06 02*	Residuos que contienen sulfuros peligrosos.
06 06 03	Residuos que contienen sulfuros distintos de los mencionados en el código 06 06 02.
06 06 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 07	Residuos de la FFDU de halógenos y de procesos químicos de los halógenos.
06 07 01*	Residuos de electrólisis que contienen amianto.
06 07 02*	Carbón activo procedente de la producción de cloro.
06 07 03*	Lodos de sulfato bórico que contienen mercurio.
06 07 04*	Soluciones y ácidos, por ejemplo, ácido de contacto.
06 07 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 08	Residuos de la FFDU del silicio y sus derivados.
06 08 02*	Residuos que contienen clorosilanos peligrosos.
06 08 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 09	Residuos de la FFDU de productos químicos que contienen fósforo y de procesos químicos del fósforo.
06 09 02	Escorias de fósforo.
06 09 03*	Residuos cálcicos de reacción que contienen o están contaminados con sustancias peligrosas.
06 09 04	Residuos cálcicos de reacción distintos de los mencionados en el código 06 09 03.
06 09 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 10	Residuos de la FFDU de productos químicos que contienen nitrógeno, de procesos químicos del nitrógeno y de la fabricación de fertilizantes.
06 10 02*	Residuos que contienen sustancias peligrosas.
06 10 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 11	Residuos de la fabricación de pigmentos inorgánicos y o pacificantes.
06 11 01	Residuos cálcicos de reacción procedentes de la producción de dióxido de titanio.
06 11 99	Residuos no especificados en otra categoría.
06 13	Residuos de procesos químicos inorgánicos no especificados en otra categoría.
06 13 01*	Productos fitosanitarios inorgánicos, conservantes de la madera y otros biocidas.
06 13 02*	Carbón activo usado (excepto el código 06 07 02).
06 13 03	Negro de carbono.
06 13 04*	Residuos procedentes de la transformación del amianto.
06 13 05*	Hollín.
06 13 99	Residuos no especificados en otra categoría.

07 Residuos de procesos químicos orgánicos

07 01	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de productos químicos orgánicos de base.
07 01 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
07 01 03*	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organo halogenados.
07 01 04*	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
07 01 07*	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
07 01 08*	Otros residuos de reacción y de destilación.
07 01 09*	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
07 01 10*	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
07 01 11*	Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
07 01 12	Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 01 11.
07 01 99	Residuos no especificados en otra categoría.
07 02	Residuos de la FFDU de plásticos, caucho sintético y fibras artificiales.
07 02 01*	Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
07 02 03*	Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
07 02 04*	Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
07 02 07*	Residuos de reacción y de destilación halogenados.
07 02 08*	Otros residuos de reacción y de destilación.
07 02 09*	Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
07 02 10*	Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
07 02 11*	Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
07 02 12	Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 02 11.
07 02 13	Residuos de plástico.
07 02 14*	Residuos procedentes de aditivos que contienen sustancias peligrosas.
07 02 15	Residuos procedentes de aditivos, distintos de los especificados en el código 07 02 14.
07 02 16*	Residuos que contienen siliconas peligrosas.
07 02 17	Residuos que contienen siliconas distintas de las mencionadas en el código 07 02 16.
07 02 99	Residuos no especificados en otra categoría.

6502

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

- 07 03 Residuos de la FFDU de tintes y pigmentos orgánicos (excepto los del subcapítulo 06 11).
- 07 03 01* Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
- 07 03 03* Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
- 07 03 04* Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
- 07 03 07* Residuos de reacción y de destilación halogenados.
- 07 03 08* Otros residuos de reacción y de destilación.
- 07 03 09* Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
- 07 03 10* Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
- 07 03 11* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 07 03 12 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 03 11.
- 07 03 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 07 04 Residuos de la FFDU de productos fitosanitarios orgánicos (excepto los de los códigos 02 01 08 y 02 01 09), de conservantes de la madera (excepto los del subcapítulo 03 02) y de otros biocidas.
- 07 04 01* Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
- 07 04 03* Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
- 07 04 04* Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
- 07 04 07* Residuos de reacción y de destilación halogenados.
- 07 04 08* Otros residuos de reacción y de destilación.
- 07 04 09* Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
- 07 04 10* Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
- 07 04 11* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 07 04 12 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 04 11.
- 07 04 13* Residuos sólidos que contienen sustancias peligrosas.
- 07 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 07 05 Residuos de la FFDU de productos farmacéuticos.
- 07 05 01* Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
- 07 05 03* Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
- 07 05 04* Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
- 07 05 07* Residuos de reacción y de destilación halogenados.
- 07 05 08* Otros residuos de reacción y de destilación.
- 07 05 09* Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
- 07 05 10* Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
- 07 05 11* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 07 05 12 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 05 11.
- 07 05 13* Residuos sólidos que contienen sustancias peligrosas.
- 07 05 14 Residuos sólidos distintos de los especificados en el código 07 05 13.
- 07 05 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 07 06 Residuos de la FFDU de grasas, jabones, detergentes, desinfectantes y cosméticos.
- 07 06 01* Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
- 07 06 03* Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
- 07 06 04* Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
- 07 06 07* Residuos de reacción y de destilación halogenados.
- 07 06 08* Otros residuos de reacción y de destilación.
- 07 06 09* Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
- 07 06 10* Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
- 07 06 11* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 07 06 12 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 06 11.
- 07 06 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 07 07 Residuos de la FFDU de productos químicos resultantes de la química fina y productos químicos no especificados en otra categoría.
- 07 07 01* Líquidos de limpieza y licores madre acuosos.
- 07 07 03* Disolventes, líquidos de limpieza y licores madre organohalogenados.
- 07 07 04* Otros disolventes, líquidos de limpieza y licores madre orgánicos.
- 07 07 07* Residuos de reacción y de destilación halogenados.
- 07 07 08* Otros residuos de reacción y de destilación.
- 07 07 09* Tortas de filtración y absorbentes usados halogenados.
- 07 07 10* Otras tortas de filtración y absorbentes usados.
- 07 07 11* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 07 07 12 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 07 07 11.
- 07 07 99 Residuos no especificados en otra categoría.

08 Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión

- 08 01 Residuos de la FFDU y del decapado o eliminación de pintura y barniz.
- 08 01 11* Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.

- 08 01 12 Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11.
- 08 01 13* Lodos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 01 14 Lodos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 13.
- 08 01 15* Lodos acuosos que contienen pintura o barniz con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 01 16 Lodos acuosos que contienen pintura o barniz distintos de los especificados en el código 08 01 15.
- 08 01 17* Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 01 18 Residuos del decapado o eliminación de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 17.
- 08 01 19* Suspensiones acuosas que contienen pintura o barniz con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 01 20 Suspensiones acuosas que contienen pintura o barniz distintos de los especificados en el código 08 01 19.
- 08 01 21* Residuos de decapantes o desbarnizadores.
- 08 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 08 02 Residuos de la FFDU de otros revestimientos (incluidos materiales cerámicos).
- 08 02 01 Residuos de arenillas de revestimiento.
- 08 02 02 Lodos acuosos que contienen materiales cerámicos.
- 08 02 03 Suspensiones acuosas que contienen materiales cerámicos.
- 08 02 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 08 03 Residuos de la FFDU de tintas de impresión.
- 08 03 07 Lodos acuosos que contienen tinta.
- 08 03 08 Residuos líquidos acuosos que contienen tinta.
- 08 03 12* Residuos de tintas que contienen sustancias peligrosas.
- 08 03 13 Residuos de tintas distintos de los especificados en el código 08 03 12.
- 08 03 14* Lodos de tinta que contienen sustancias peligrosas.
- 08 03 15 Lodos de tinta distintos de los especificados en el código 08 03 14.
- 08 03 16* Residuos de soluciones corrosivas.
- 08 03 17* Residuos de tóner de impresión que contienen sustancias peligrosas.
- 08 03 18 Residuos de tóner de impresión distintos de los especificados en el código 08 03 17.
- 08 03 19* Aceites de dispersión.
- 08 03 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 08 04 Residuos de la FFDU de adhesivos y sellantes (incluyendo productos de impermeabilización).
- 08 04 09* Residuos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 04 10 Residuos de adhesivos y sellantes distintos de los especificados en el código 08 04 09.
- 08 04 11* Lodos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 04 12 Lodos de adhesivos y sellantes distintos de los especificados en el código 08 04 11.
- 08 04 13* Lodos acuosos que contienen adhesivos o sellantes con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 04 14 Lodos acuosos que contienen adhesivos o sellantes distintos de los especificados en el código 08 04 13.
- 08 04 15* Residuos líquidos acuosos que contienen adhesivos o sellantes con disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- 08 04 16 Residuos líquidos acuosos que contienen adhesivos o sellantes, distintos de los especificados en el código 08 04 15.
- 08 04 17* Aceite de resina.
- 08 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 08 05 Residuos no especificados en otra parte del capítulo 08.
- 08 05 01* Isocianatos residuales.

09 Residuos de la industria fotográfica

- 09 01 Residuos de la industria fotográfica.
- 09 01 01* Soluciones de revelado y soluciones activadoras al agua.
- 09 01 02* Soluciones de revelado de placas de impresión al agua.
- 09 01 03* Soluciones de revelado con disolventes.
- 09 01 04* Soluciones de fijado.
- 09 01 05* Soluciones de blanqueo y soluciones de blanqueo-fijado.
- 09 01 06* Residuos que contienen plata procedentes del tratamiento in situ de residuos fotográficos.
- 09 01 07 Películas y papel fotográfico que contienen plata o compuestos de plata.
- 09 01 08 Películas y papel fotográfico que no contienen plata ni compuestos de plata.
- 09 01 10 Cámaras de un solo uso sin pilas ni acumuladores.
- 09 01 11* Cámaras de un solo uso con pilas o acumuladores incluidos en los códigos 16 06 01, 16 06 02 ó 16 06 03.
- 09 01 12 Cámaras de un solo uso con pilas o acumuladores distintas de las especificadas en el código 09 01 11.

6504

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

- 09 01 13* Residuos líquidos acuosos, procedentes de la recuperación in situ de plata, distintos de los especificados en el código 09 01 06.
09 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.

10 Residuos de procesos térmicos

- 10 01 Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión (excepto los del capítulo 19).
10 01 01 Cenizas de hogar, escorias y polvo de caldera (excepto el polvo de caldera especificado en el código 10 01 04).
10 01 02 Cenizas volantes de carbón.
10 01 03 Cenizas volantes de turba y de madera (no tratada).
10 01 04* Cenizas volantes y polvo de caldera de hidrocarburos.
10 01 05 Residuos cálcicos de reacción, en forma sólida, procedentes de la desulfuración de gases de combustión.
10 01 07 Residuos cálcicos de reacción, en forma de lodos, procedentes de la desulfuración de gases de combustión.
10 01 09* Ácido sulfúrico.
10 01 13* Cenizas volantes de hidrocarburos emulsionados usados como combustibles.
10 01 14* Cenizas de hogar, escorias y polvo de caldera, procedentes de la coíncineración, que contienen sustancias peligrosas.
10 01 15 Cenizas de hogar, escorias y polvo de caldera, procedentes de la coíncineración, distintos de los especificados en el código 10 01 14.
10 01 16* Cenizas volantes procedentes de la coíncineración que contienen sustancias peligrosas.
10 01 17 Cenizas volantes procedentes de la coíncineración distintas de las especificadas en el código 10 01 16.
10 01 18* Residuos, procedentes de la depuración de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 01 19 Residuos, procedentes de la depuración de gases, distintos de los especificados en los códigos 10 01 05, 10 01 07 y 10 01 18.
10 01 20* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
10 01 21 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 10 01 20.
10 01 22* Lodos acuosos, procedentes de la limpieza de calderas, que contienen sustancias peligrosas.
10 01 23 Lodos acuosos, procedentes de la limpieza de calderas, distintos de los especificados en el código 10 01 22.
10 01 24 Arenas de lechos fluidizados.
10 01 25 Residuos procedentes del almacenamiento y preparación de combustible de centrales eléctricas de carbón.
10 01 26 Residuos del tratamiento del agua de refrigeración.
10 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
10 02 Residuos de la industria del hierro y del acero.
10 02 01 Residuos del tratamiento de escorias.
10 02 02 Escorias no tratadas.
10 02 07* Residuos sólidos, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 02 08 Residuos sólidos del tratamiento de gases distintos de los especificados en el código 10 02 07.
10 02 10 Cascarilla de laminación.
10 02 11* Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 02 12 Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 02 11.
10 02 13* Lodos y tortas de filtración, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 02 14 Lodos y tortas de filtración, del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 02 13.
10 02 15 Otros lodos y tortas de filtración.
10 02 99 Residuos no especificados en otra categoría.
10 03 Residuos de la termometalurgia del aluminio.
10 03 02 Fragmentos de ánodos.
10 03 04* Escorias de la producción primaria.
10 03 05 Residuos de alúmina.
10 03 08* Escorias salinas de la producción secundaria.
10 03 09* Granzas negras de la producción secundaria.
10 03 15* Espumas inflamables o que emiten, en contacto con el agua, gases inflamables en cantidades peligrosas.
10 03 16 Espumas distintas de las especificadas en el código 10 03 15.
10 03 17* Residuos que contienen alquitrán procedentes de la fabricación de ánodos.
10 03 18 Residuos que contienen carbono procedentes de la fabricación de ánodos, distintos de los especificados en el código 10 03 17.
10 03 19* Partículas, procedentes de los efluentes gaseosos, que contienen sustancias peligrosas.
10 03 20 Partículas procedentes de los efluentes gaseosos, distintas de las especificadas en el código 10 03 19.
10 03 21* Otras partículas y polvo (incluido el polvo de molienda) que contienen sustancias peligrosas.
10 03 22 Otras partículas y polvo (incluido el polvo de molienda) distintos de los especificados en el código 10 03 21.
10 03 23* Residuos sólidos, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6505

10 03 24	Residuos sólidos, del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 03 23.
10 03 25*	Lodos y tortas de filtración, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 03 26	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 03 25.
10 03 27*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 03 28	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración, distintos de los especificados en el código 10 03 27.
10 03 29*	Residuos del tratamiento de escorias salinas y granzas negras, que contienen sustancias peligrosas.
10 03 30	Residuos del tratamiento de escorias salinas y granzas negras distintos de los especificados en el código 10 03 29.
10 03 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 04	Residuos de la termometalurgia del plomo.
10 04 01*	Escorias de la producción primaria y secundaria.
10 04 02*	Granzas y espumas de la producción primaria y secundaria.
10 04 03*	Arseniato de calcio.
10 04 04*	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos.
10 04 05*	Otras partículas y polvos.
10 04 06*	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
10 04 07*	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 04 09*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 04 10	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 04 09.
10 04 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 05	Residuos de la termometalurgia del zinc.
10 05 01	Escorias de la producción primaria y secundaria.
10 05 03*	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos.
10 05 04	Otras partículas y polvos.
10 05 05*	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
10 05 06*	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 05 08*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 05 09	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 05 08.
10 05 10*	Granzas y espumas inflamables o que emiten, en contacto con el agua, gases inflamables en cantidades peligrosas.
10 05 11	Granzas y espumas distintas de las especificadas en el código 10 05 10.
10 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 06	Residuos de la termometalurgia del cobre.
10 06 01	Escorias de la producción primaria y secundaria.
10 06 02	Granzas y espumas de la producción primaria y secundaria.
10 06 03*	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos.
10 06 04	Otras partículas y polvos.
10 06 06*	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
10 06 07*	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 06 09*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 06 10	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 06 09.
10 06 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 07	Residuos de la termometalurgia de la plata, oro y platino.
10 07 01	Escorias de la producción primaria y secundaria.
10 07 02	Granzas y espumas de la producción primaria y secundaria.
10 07 03	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
10 07 04	Otras partículas y polvos.
10 07 05	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 07 07*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 07 08	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 07 07.
10 07 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 08	Residuos de la termometalurgia de otros metales no férricos.
10 08 04	Partículas y polvo.
10 08 08*	Escorias salinas de la producción primaria y secundaria.
10 08 09	Otras escorias.
10 08 10*	Granzas y espumas inflamables o que emiten, en contacto con el agua, gases inflamables en cantidades peligrosas.
10 08 11	Granzas y espumas distintas de las especificadas en el código 10 08 10.
10 08 12*	Residuos que contienen alquitrán procedentes de la fabricación de ánodos.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

6506

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

10 08 13	Residuos que contienen carbono procedentes de la fabricación de ánodos distintos de los especificados en el código 10 08 12.
10 08 14	Fragmentos de ánodos.
10 08 15*	Partículas, procedentes de los efluentes gaseosos, que contienen sustancias peligrosas.
10 08 16	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos distintas de las especificadas en el código 10 08 15.
10 08 17*	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 08 18	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 08 17.
10 08 19*	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración que contienen aceites.
10 08 20	Residuos del tratamiento del agua de refrigeración distintos de los especificados en el código 10 08 19.
10 08 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 09	Residuos de la fundición de piezas férreas.
10 09 03	Escorias de horno.
10 09 05*	Machos y moldes de fundición sin colada que contienen sustancias peligrosas.
10 09 06	Machos y moldes de fundición sin colada distintos de los especificados en el código 10 09 05.
10 09 07*	Machos y moldes de fundición con colada que contienen sustancias peligrosas.
10 09 08	Machos y moldes de fundición con colada distintos de los especificados en el código 10 09 07.
10 09 09*	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos, que contienen sustancias peligrosas.
10 09 10	Partículas, procedentes de los efluentes gaseosos, distintas de las especificadas en el código 10 09 09.
10 09 11*	Otras partículas que contienen sustancias peligrosas.
10 09 12	Otras partículas distintas de las especificadas en el código 10 09 11.
10 09 13*	Ligantes residuales que contienen sustancias peligrosas.
10 09 14	Ligantes residuales distintos de los especificados en el código 10 09 13.
10 09 15*	Residuos de agentes indicadores de fisuración que contienen sustancias peligrosas.
10 09 16	Residuos de agentes indicadores de fisuración distintos de los especificados en el código 10 09 15.
10 09 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 10	Residuos de la fundición de piezas no férreas.
10 10 03	Escorias de horno.
10 10 05*	Machos y moldes de fundición sin colada que contienen sustancias peligrosas.
10 10 06	Machos y moldes de fundición sin colada distintos de los especificados en el código 10 10 05.
10 10 07*	Machos y moldes de fundición con colada que contienen sustancias peligrosas.
10 10 08	Machos y moldes de fundición con colada distintos de los especificados en el código 10 10 07.
10 10 09*	Partículas, procedentes de los efluentes gaseosos que contienen sustancias peligrosas.
10 10 10	Partículas procedentes de los efluentes gaseosos distintas de las especificadas en el código 10 10 09.
10 10 11*	Otras partículas que contienen sustancias peligrosas.
10 10 12	Otras partículas distintas de las especificadas en el código 10 10 11.
10 10 13*	Ligantes residuales que contienen sustancias peligrosas.
10 10 14	Ligantes residuales distintos de los especificados en el código 10 10 13.
10 10 15*	Residuos de agentes indicadores de fisuración que contienen sustancias peligrosas.
10 10 16	Residuos de agentes indicadores de fisuración distintos de los especificados en el código 10 10 15.
10 10 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 11	Residuos de la fabricación del vidrio y sus derivados.
10 11 03	Residuos de materiales de fibra de vidrio.
10 11 05	Partículas y polvo.
10 11 09*	Residuos, de la preparación de mezclas antes del proceso de cocción que contienen sustancias peligrosas.
10 11 10	Residuos de la preparación de mezclas antes del proceso de cocción distintos de los especificados en el código 10 11 09.
10 11 11*	Residuos de pequeñas partículas de vidrio y de polvo de vidrio que contienen metales pesados (por ejemplo, de tubos catódicos).
10 11 12	Residuos de vidrio distintos de los especificados en el código 10 11 11.
10 11 13*	Lodos procedentes del pulido y esmerilado del vidrio que contienen sustancias peligrosas.
10 11 14	Lodos procedentes del pulido y esmerilado del vidrio distintos de los especificados en el código 10 11 13.
10 11 15*	Residuos sólidos, del tratamiento de gases de combustión, que contienen sustancias peligrosas.
10 11 16	Residuos sólidos, del tratamiento de gases de combustión distintos de los especificados en el código 10 11 15.
10 11 17*	Lodos y tortas de filtración, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 11 18	Lodos y tortas de filtración, del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 11 17.
10 11 19*	Residuos sólidos, del tratamiento in situ de efluentes, que contienen sustancias peligrosas.
10 11 20	Residuos sólidos, del tratamiento in situ de efluentes, distintos de los especificados en el código 10 11 19.
10 11 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 12	Residuos de la fabricación de productos cerámicos, ladrillos, tejas y materiales de construcción.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6507

10 12 01	Residuos de la preparación de mezclas antes del proceso de cocción.
10 12 03	Partículas y polvo.
10 12 05	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 12 06	Moldes desechados.
10 12 08	Residuos de cerámica, ladrillos, tejas y materiales de construcción (después del proceso de cocción).
10 12 09*	Residuos sólidos, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 12 10	Residuos sólidos, del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 12 09.
10 12 11*	Residuos del vidrioado que contienen metales pesados.
10 12 12	Residuos del vidrioado distintos de los especificados en el código 10 12 11.
10 12 13	Lodos del tratamiento in situ de efluentes.
10 12 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 13	Residuos de la fabricación de cemento, cal y yeso y de productos derivados.
10 13 01	Residuos de la preparación de mezclas antes del proceso de cocción.
10 13 04	Residuos de calcinación e hidratación de la cal.
10 13 06	Partículas y polvo (excepto los códigos 10 13 12 y 10 13 13).
10 13 07	Lodos y tortas de filtración del tratamiento de gases.
10 13 09*	Residuos de la fabricación de fibrocemento que contienen amianto.
10 13 10	Residuos de la fabricación de fibrocemento distintos de los especificados en el código 10 13 09.
10 13 11	Residuos de materiales compuestos a partir de cemento distintos de los especificados en los códigos 10 13 09 y 10 13 10.
10 13 12*	Residuos sólidos, del tratamiento de gases, que contienen sustancias peligrosas.
10 13 13	Residuos sólidos, del tratamiento de gases, distintos de los especificados en el código 10 13 12.
10 13 14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón.
10 13 99	Residuos no especificados en otra categoría.
10 14	Residuos de crematorios.
10 14 01*	Residuos de la depuración de gases que contienen mercurio.

11 Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea

11 01	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales (por ejemplo, procesos de galvanización, procesos de recubrimiento con zinc, procesos de decapado, grabado, fosfatación, desengrasado alcalino y anodización).
11 01 05*	Ácidos de decapado.
11 01 06*	Ácidos no especificados en otra categoría.
11 01 07*	Bases de decapado.
11 01 08*	Lodos de fosfatación.
11 01 09*	Lodos y tortas de filtración que contienen sustancias peligrosas.
11 01 10	Lodos y tortas de filtración distintos de los especificados en el código 11 01 09.
11 01 11*	Líquidos acuosos de enjuague que contienen sustancias peligrosas.
11 01 12	Líquidos acuosos de enjuague distintos de los especificados en el código 11 01 11.
11 01 13*	Residuos de desengrasado que contienen sustancias peligrosas.
11 01 14	Residuos de desengrasado distintos de los especificados en el código 11 01 13.
11 01 15*	Eluatos y lodos, procedentes de sistemas de membranas o de intercambio iónico, que contienen sustancias peligrosas.
11 01 16*	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas.
11 01 98*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas.
11 01 99	Residuos no especificados en otra categoría.
11 02	Residuos de procesos hidrometalúrgicos no féreos.
11 02 02*	Lodos de la hidrometalurgia del zinc (incluidas jarosita y goethita).
11 02 03	Residuos de la producción de ánodos para procesos de electrólisis acuosa.
11 02 05*	Residuos de procesos de la hidrometalurgia del cobre que contienen sustancias peligrosas.
11 02 06	Residuos de procesos de la hidrometalurgia del cobre distintos de los especificados en el código 11 02 05.
11 02 07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas.
11 02 99	Residuos no especificados en otra categoría.
11 03	Lodos y sólidos de procesos de temple.
11 03 01*	Residuos que contienen cianuro.
11 03 02*	Otros residuos.
11 05	Residuos de procesos de galvanización en caliente.
11 05 01	Matas de galvanización.
11 05 02	Cenizas de zinc.
11 05 03*	Residuos sólidos del tratamiento de gases.
11 05 04*	Fundentes usados.
11 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.

12 Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos

- 12 01 Residuos del moldeado y tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
- 12 01 01 Limaduras y virutas de metales féreos.
- 12 01 02 Polvo y partículas de metales féreos.
- 12 01 03 Limaduras y virutas de metales no féreos.
- 12 01 04 Polvo y partículas de metales no féreos.
- 12 01 05 Virutas y rebabas de plástico.
- 12 01 06* Aceites minerales de mecanizado que contienen halógenos (excepto las emulsiones o disoluciones).
- 12 01 07* Aceites minerales de mecanizado sin halógenos (excepto las emulsiones o disoluciones).
- 12 01 08* Emulsiones y disoluciones de mecanizado que contienen halógenos.
- 12 01 09* Emulsiones y disoluciones de mecanizado sin halógenos.
- 12 01 10* Aceites sintéticos de mecanizado.
- 12 01 12* Ceras y grasas usadas.
- 12 01 13 Residuos de soldadura.
- 12 01 14* Lodos de mecanizado que contienen sustancias peligrosas.
- 12 01 15 Lodos de mecanizado distintos de los especificados en el código 12 01 14.
- 12 01 16* Residuos de granallado o chorreado que contienen sustancias peligrosas.
- 12 01 17 Residuos de granallado o chorreado distintos de los especificados en el código 12 01 16.
- 12 01 18* Lodos metálicos (lodos de esmerilado, rectificado y lepeado) que contienen aceites.
- 12 01 19* Aceites de mecanizado fácilmente biodegradables.
- 12 01 20* Muelas y materiales de esmerilado usados que contienen sustancias peligrosas.
- 12 01 21 Muelas y materiales de esmerilado usados distintos de los especificados en el código 12 01 20.
- 12 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 12 03 Residuos de los procesos de desengrase con agua y vapor (excepto los del capítulo 11).
- 12 03 01* Líquidos acuosos de limpieza.
- 12 03 02* Residuos de desengrase al vapor.

13 Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)

- 13 01 Residuos de aceites hidráulicos.
- 13 01 01* Aceites hidráulicos que contienen PCB (3).
- 13 01 04* Emulsiones cloradas.
- 13 01 05* Emulsiones no cloradas.
- 13 01 09* Aceites hidráulicos minerales clorados.
- 13 01 10* Aceites hidráulicos minerales no clorados.
- 13 01 11* Aceites hidráulicos sintéticos.
- 13 01 12* Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables.
- 13 01 13* Otros aceites hidráulicos.
- 13 02 Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 02 04* Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 02 05* Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 02 06* Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 02 07* Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 02 08* Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
- 13 03 Residuos de aceites de aislamiento y transmisión de calor.
- 13 03 01* Aceites de aislamiento y transmisión de calor que contienen PCB.
- 13 03 06* Aceites minerales clorados de aislamiento y transmisión de calor distintos de los especificados en el código 13 03 01.
- 13 03 07* Aceites minerales no clorados de aislamiento y transmisión de calor.
- 13 03 08* Aceites sintéticos de aislamiento y transmisión de calor.
- 13 03 09* Aceites fácilmente biodegradables de aislamiento y transmisión de calor.
- 13 03 10* Otros aceites de aislamiento y transmisión de calor.
- 13 04 Aceites de sentinas.
- 13 04 01* Aceites de sentinas procedentes de la navegación en aguas continentales.
- 13 04 02* Aceites de sentinas recogidos en muelles.
- 13 04 03* Aceites de sentinas procedentes de otros tipos de navegación.
- 13 05 Restos de separadores de agua/sustancias aceitosas.
- 13 05 01* Sólidos procedentes de desarenadores y de separadores de agua/sustancias aceitosas.
- 13 05 02* Lodos de separadores de agua/sustancias aceitosas.

(3) A efectos de la presente lista de residuos, la definición de PCB es la que figura en la Directiva 96/59/CE.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6509

- 13 05 03* Lodos de interceptores.
- 13 05 06* Aceites procedentes de separadores de agua/sustancias aceitosas.
- 13 05 07* Agua aceitosa procedente de separadores de agua/sustancias aceitosas.
- 13 05 08* Mezcla de residuos procedentes de desarenadores y de separadores de agua/sustancias aceitosas.
- 13 07 Residuos de combustibles líquidos.
- 13 07 01* Fuel oil y gasóleo.
- 13 07 02* Gasolina.
- 13 07 03* Otros combustibles (incluidas mezclas).
- 13 08 Residuos de aceites no especificados en otra categoría.
- 13 08 01* Lodos o emulsiones de desalación.
- 13 08 02* Otras emulsiones.
- 13 08 99* Residuos no especificados en otra categoría.

14 Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los de los capítulos 07 y 08)

- 14 06 Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes de espuma y aerosoles orgánicos.
- 14 06 01* Clorofluorocarbonos, HCFC, HFC.
- 14 06 02* Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
- 14 06 03* Otros disolventes y mezclas de disolventes.
- 14 06 04* Lodos o residuos sólidos que contienen disolventes halogenados.
- 14 06 05* Lodos o residuos sólidos que contienen otros disolventes.

15 Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría

- 15 01 Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).
- 15 01 01 Envases de papel y cartón.
- 15 01 02 Envases de plástico.
- 15 01 03 Envases de madera.
- 15 01 04 Envases metálicos.
- 15 01 05 Envases compuestos.
- 15 01 06 Envases mezclados.
- 15 01 07 Envases de vidrio.
- 15 01 09 Envases textiles.
- 15 01 10* Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
- 15 01 11* Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (por ejemplo, amianto).
- 15 02 Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.
- 15 02 02* Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
- 15 02 03. Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.

16 Residuos no especificados en otro capítulo de la lista

- 16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13 y 14 y los subcapítulos 16 06 y 16 08).
- 16 01 03 Neumáticos fuera de uso.
- 16 01 04* Vehículos al final de su vida útil.
- 16 01 06. Vehículos al final de su vida útil que no contengan líquidos ni otros componentes peligrosos.
- 16 01 07* Filtros de aceite.
- 16 01 08* Componentes que contienen mercurio.
- 16 01 09* Componentes que contienen PCB.
- 16 01 10* Componentes explosivos (por ejemplo, air bags).
- 16 01 11* Zapatas de freno que contienen amianto.
- 16 01 12 Zapatas de freno distintas de las especificadas en el código 16 01 11.
- 16 01 13* Líquidos de frenos.
- 16 01 14* Anticongelantes que contienen sustancias peligrosas.
- 16 01 15 Anticongelantes distintos de los especificados en el código 16 01 14.
- 16 01 16 Depósitos para gases licuados.
- 16 01 17 Metales féreos.
- 16 01 18 Metales no féreos.
- 16 01 19 Plástico.
- 16 01 20 Vidrio.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

6510

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

16 01 21*	Componentes peligrosos distintos de los especificados en los códigos 16 01 07 a 16 01 11, 16 01 13 y 16 01 14.
16 01 22	Componentes no especificados en otra categoría.
16 01 99	Residuos no especificados en otra categoría.
16 02	Residuos de equipos eléctricos y electrónicos.
16 02 09*	Transformadores y condensadores que contienen PCB.
16 02 10*	Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos, distintos de los especificados en el código 16 02 09.
16 02 11*	Equipos desechados que contienen clorofluorocarbonos, HCFC, HFC.
16 02 12*	Equipos desechados que contienen amianto libre.
16 02 13*	Equipos desechados que contienen componentes peligrosos (4), distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 12.
16 02 14	Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 15*	Componentes peligrosos retirados de equipos desechados.
16 02 16	Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.
16 03	Lotes de productos fuera de especificación y productos no utilizados.
16 03 03*	Residuos inorgánicos que contienen sustancias peligrosas.
16 03 04	Residuos inorgánicos distintos de los especificados en el código 16 03 03.
16 03 05*	Residuos orgánicos que contienen sustancias peligrosas.
16 03 06	Residuos orgánicos distintos de los especificados en el código 16 03 05.
16 04	Residuos de explosivos.
16 04 01*	Residuos de municiones.
16 04 02*	Residuos de fuegos artificiales.
16 04 03*	Otros residuos explosivos.
16 05	Gases en recipientes a presión y productos químicos desechados.
16 05 04*	Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas.
16 05 05	Gases en recipientes a presión distintos de los especificados en el código 16 05 04.
16 05 06*	Productos químicos de laboratorio que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas, incluidas las mezclas de productos químicos de laboratorio.
16 05 07*	Productos químicos inorgánicos desechados que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
16 05 08*	Productos químicos orgánicos desechados que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
16 05 09	Productos químicos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 05 06, 16 05 07 ó 16 05 08.
16 06	Pilas y acumuladores.
16 06 01*	Baterías de plomo.
16 06 02*	Acumuladores de Ni-Cd.
16 06 03*	Pilas que contienen mercurio.
16 06 04	Pilas alcalinas (excepto las del código 16 06 03).
16 06 05	Otras pilas y acumuladores.
16 06 06*	Electrolito de pilas y acumuladores recogido selectivamente.
16 07	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas (excepto los de los capítulos 05 y 13).
16 07 08*	Residuos que contienen hidrocarburos.
16 07 09*	Residuos que contienen otras sustancias peligrosas.
16 07 99	Residuos no especificados en otra categoría.
16 08	Catalizadores usados.
16 08 01	Catalizadores usados que contienen oro, plata, renio, rodio, paladio, iridio o platino (excepto los del código 16 08 07).
16 08 02*	Catalizadores usados que contienen metales de transición (5) peligrosos o compuestos de metales de transición peligrosos.
16 08 03	Catalizadores usados que contienen metales de transición o compuestos de metales de transición no especificados en otra categoría.
16 08 04	Catalizadores usados procedentes del craqueo catalítico en lecho fluido (excepto los del código 16 08 07).

(4) Los componentes peligrosos de equipos eléctricos y electrónicos pueden incluir las pilas y acumuladores clasificados como peligrosos en el subcapítulo 16 06, así como interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos catódicos y otros cristales activados.

(5) Para el ámbito de este código, son metales de transición: Escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, iridio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas. La clasificación de sustancias peligrosas determinará cuáles de estos metales de transición o qué compuestos de estos metales de transición son peligrosos.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6511

16 08 05*	Catalizadores usados que contienen ácido fosfórico.
16 08 06*	Líquidos usados utilizados como catalizadores.
16 08 07*	Catalizadores usados contaminados con sustancias peligrosas.
16 09	Sustancias oxidantes.
16 09 01*	Permanganatos, por ejemplo, permanganato potásico.
16 09 02*	Cromatos, por ejemplo, cromato potásico, dicromato sódico o potásico.
16 09 03*	Peróxidos, por ejemplo, peróxido de hidrógeno.
16 09 04*	Sustancias oxidantes no especificadas en otra categoría.
16 10	Residuos líquidos acuosos destinados a plantas de tratamiento externas.
16 10 01*	Residuos líquidos acuosos que contienen sustancias peligrosas.
16 10 02	Residuos líquidos acuosos distintos de los especificados en el código 16 10 01.
16 10 03*	Concentrados acuosos que contienen sustancias peligrosas.
16 10 04	Concentrados acuosos distintos de los especificados en el código 16 10 03.
16 11	Residuos de revestimientos de hornos y de refractarios.
16 11 01*	Revestimientos y refractarios a partir de carbono, procedentes de procesos metalúrgicos, que contienen sustancias peligrosas.
16 11 02	Revestimientos y refractarios a partir de carbono, procedentes de procesos metalúrgicos, distintos de los especificados en el código 16 11 01.
16 11 03*	Otros revestimientos y refractarios, procedentes de procesos metalúrgicos, que contienen sustancias peligrosas.
16 11 04	Otros revestimientos y refractarios procedentes de procesos metalúrgicos, distintos de los especificados en el código 16 11 03.
16 11 05*	Revestimientos y refractarios, procedentes de procesos no metalúrgicos, que contienen sustancias peligrosas.
16 11 06	Revestimientos y refractarios procedentes de procesos no metalúrgicos, distintos de los especificados en el código 16 11 05.
17 Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.
17 01 01	Hormigón.
17 01 02	Ladrillos.
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
17 02	Madera, vidrio y plástico.
17 02 01	Madera.
17 02 02	Vidrio.
17 02 03	Plástico.
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones).
17 04 01	Cobre, bronce, latón.
17 04 02	Aluminio.
17 04 03	Plomo.
17 04 04	Zinc.
17 04 05	Hierro y acero.
17 04 06	Estaño.
17 04 07	Metales mezclados.
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas.
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto (6).

(6) La consideración de estos residuos como peligrosos, a efectos exclusivamente de su eliminación mediante depósito en vertedero, no entrará en vigor hasta que se apruebe la normativa comunitaria en la que se establezcan las medidas apropiadas para la eliminación de los residuos de materiales de la construcción que contengan amianto. Mientras tanto, los residuos de construcción no triturados que contengan amianto podrán eliminarse en vertederos de residuos no peligrosos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 6.3.c) del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

6512

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

- 17 08 Materiales de construcción a partir de yeso.
- 17 08 01* Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
- 17 08 02 Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.
- 17 09 Otros residuos de construcción y demolición.
- 17 09 01* Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
- 17 09 02* Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
- 17 09 03* Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
- 17 09 04 Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.
- 18 Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios)**
- 18 01 Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.
- 18 01 01 Objetos cortantes y punzantes (excepto los del código 18 01 03).
- 18 01 02 Restos anatómicos y órganos, incluidos bolsas y bancos de sangre (excepto los del código 18 01 03).
- 18 01 03* Residuos cuya recogida y eliminación es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
- 18 01 04 Residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones (por ejemplo, vendajes, vaciados de yeso, ropa blanca, ropa desechable, pañales).
- 18 01 06* Productos químicos que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
- 18 01 07 Productos químicos distintos de los especificados en el código 18 01 06.
- 18 01 08* Medicamentos citotóxicos y citostáticos.
- 18 01 09 Medicamentos distintos de los especificados en el código 18 01 08.
- 18 01 10* Residuos de amalgamas procedentes de cuidados dentales.
- 18 02 Residuos de la investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales.
- 18 02 01 Objetos cortantes y punzantes (excepto los del código 18 02 02).
- 18 02 02* Residuos cuya recogida y eliminación es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
- 18 02 03 Residuos cuya recogida y eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones.
- 18 02 05* Productos químicos que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
- 18 02 06 Productos químicos distintos de los especificados en el código 18 02 05.
- 18 02 07* Medicamentos citotóxicos y citostáticos.
- 18 02 08 Medicamentos distintos de los especificados en el código 18 02 07.
- 19 Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial**
- 19 01 Residuos de la incineración o pirólisis de residuos.
- 19 01 02 Materiales féreos separados de la ceniza de fondo de horno.
- 19 01 05* Torta de filtración del tratamiento de gases.
- 19 01 06* Residuos líquidos acuosos del tratamiento de gases y otros residuos líquidos acuosos.
- 19 01 07* Residuos sólidos del tratamiento de gases.
- 19 01 10* Carbón activo usado procedente del tratamiento de gases.
- 19 01 11* Cenizas de fondo de horno y escorias que contienen sustancias peligrosas.
- 19 01 12 Cenizas de fondo de horno y escorias distintas de las especificadas en el código 19 01 11.
- 19 01 13* Cenizas volantes que contienen sustancias peligrosas.
- 19 01 14 Cenizas volantes distintas de las especificadas en el código 19 01 13.
- 19 01 15* Polvo de caldera que contiene sustancias peligrosas.
- 19 01 16 Polvo de caldera distinto del especificado en el código 19 01 15.
- 19 01 17* Residuos de pirólisis que contienen sustancias peligrosas.
- 19 01 18 Residuos de pirólisis distintos de los especificados en el código 19 01 17.
- 19 01 19 Arenas de lechos fluidizados.
- 19 01 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 19 02 Residuos de tratamientos físico-químicos de residuos (incluidas la escromatación, descianuración y neutralización).
- 19 02 03 Residuos mezclados previamente, compuestos exclusivamente por residuos no peligrosos.
- 19 02 04* Residuos mezclados previamente, compuestos por al menos un residuo peligroso.
- 19 02 05* Lodos de tratamientos físico-químicos que contienen sustancias peligrosas.
- 19 02 06 Lodos de tratamientos físico-químicos distintos de los especificados en el código 19 02 05.
- 19 02 07* Aceites y concentrados procedentes del proceso de separación.
- 19 02 08* Residuos combustibles líquidos que contienen sustancias peligrosas.
- 19 02 09* Residuos combustibles sólidos que contienen sustancias peligrosas.
- 19 02 10 Residuos combustibles distintos de los especificados en los códigos 19 02 08 y 19 02 09.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

BOE núm. 43

Martes 19 febrero 2002

6513

19 02 11*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas.
19 02 99	Residuos no especificados en otra categoría.
19 03	Residuos estabilizados/solidificados (7).
19 03 04*	Residuos peligrosos parcialmente estabilizados (8).
19 03 05	Residuos estabilizados distintos de los especificados en el código 19 03 04.
19 03 06*	Residuos peligrosos solidificados.
19 03 07	Residuos solidificados distintos de los especificados en el código 19 03 06.
19 04	Residuos vitrificados y residuos de la vitrificación.
19 04 01	Residuos vitrificados.
19 04 02*	Cenizas volantes y otros residuos del tratamiento de gases.
19 04 03*	Fase sólida no vitrificada.
19 04 04	Residuos líquidos acuosos del templado de residuos vitrificados.
19 05	Residuos del tratamiento aeróbico de residuos sólidos.
19 05 01	Fracción no compostada de residuos municipales y asimilados.
19 05 02	Fracción no compostada de residuos de procedencia animal o vegetal.
19 05 03	Compost fuera de especificación.
19 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.
19 06	Residuos del tratamiento anaeróbico de residuos.
19 06 03	Licores del tratamiento anaeróbico de residuos municipales.
19 06 04	Lodos de digestión del tratamiento anaeróbico de residuos municipales.
19 06 05	Licores del tratamiento anaeróbico de residuos animales y vegetales.
19 06 06	Lodos de digestión del tratamiento anaeróbico de residuos animales y vegetales.
19 06 99	Residuos no especificados en otra categoría.
19 07	Lixiviados de vertedero.
19 07 02*	Lixiviados de vertedero que contienen sustancias peligrosas.
19 07 03	Lixiviados de vertedero distintos de los especificados en el código 19 07 02.
19 08	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales no especificados en otra categoría.
19 08 01	Residuos de cribado.
19 08 02	Residuos de desarenado.
19 08 05	Lodos del tratamiento de aguas residuales urbanas.
19 08 06*	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas.
19 08 07*	Soluciones y lodos de la regeneración de intercambiadores de iones.
19 08 08*	Residuos procedentes de sistemas de membranas que contienen metales pesados.
19 08 09	Mezclas de grasas y aceites procedentes de la separación de agua/sustancias aceitosas, que sólo contienen aceites y grasas comestibles.
19 08 10*	Mezclas de grasas y aceites procedentes de la separación de agua/sustancias aceitosas distintas de las especificadas en el código 19 08 09.
19 08 11*	Lodos procedentes del tratamiento biológico de aguas residuales industriales, que contienen sustancias peligrosas.
19 08 12	Lodos procedentes del tratamiento biológico de aguas residuales industriales, distintos de los especificados en el código 19 08 11.
19 08 13*	Lodos procedentes de otros tratamientos de aguas residuales industriales, que contienen sustancias peligrosas.
19 08 14	Lodos procedentes de otros tratamientos de aguas residuales industriales distintos de los especificados en el código 19 08 13.
19 08 99	Residuos no especificados en otra categoría.
19 09	Residuos de la preparación de agua para consumo humano o agua para uso industrial.
19 09 01	Residuos sólidos de la filtración primaria y cribado.
19 09 02	Lodos de la clarificación del agua.
19 09 03	Lodos de decarbonatación.
19 09 04	Carbón activo usado.
19 09 05	Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas.
19 09 06	Soluciones y lodos de la regeneración de intercambiadores de iones.
19 09 99	Residuos no especificados en otra categoría.
19 10	Residuos procedentes del fragmentado de residuos que contienen metales.
19 10 01	Residuos de hierro y acero.

(7) Los procesos de estabilización cambian la peligrosidad de los constituyentes del residuo, transformándolo de peligroso en no peligroso. Los procesos de solidificación sólo cambian el estado físico del residuo (por ejemplo, de líquido a sólido) mediante aditivos sin variar sus propiedades químicas.

(8) Se considera parcialmente estabilizado un residuo cuando, después del proceso de estabilización, sus constituyentes peligrosos que no se han transformado completamente en constituyentes no peligrosos pueden propagarse en el medio ambiente a corto, medio o largo plazo.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

6514

Martes 19 febrero 2002

BOE núm. 43

- 19 10 02 Residuos no féreos.
- 19 10 03* Fracciones ligeras de fragmentación (fluff-light) y polvo que contienen sustancias peligrosas.
- 19 10 04 Fracciones ligeras de fragmentación (fluff-light) y polvo distintos de los especificados en el código 19 10 03.
- 19 10 05* Otras fracciones que contienen sustancias peligrosas.
- 19 10 06 Otras fracciones distintas de las especificadas en el código 19 10 05.
- 19 11 Residuos de la regeneración de aceites.
- 19 11 01* Arcillas de filtración usadas.
- 19 11 02* Alquitrans ácidos.
- 19 11 03* Residuos de líquidos acuosos.
- 19 11 04* Residuos de la limpieza de combustibles con bases.
- 19 11 05* Lodos del tratamiento in situ de efluentes que contienen sustancias peligrosas.
- 19 11 06 Lodos del tratamiento in situ de efluentes distintos de los especificados en el código 19 11 05.
- 19 11 07* Residuos de la depuración de efluentes gaseosos.
- 19 11 99 Residuos no especificados en otra categoría.
- 19 12 Residuos del tratamiento mecánico de residuos (por ejemplo, clasificación, trituración, compactación, peletización) no especificados en otra categoría.
- 19 12 01 Papel y cartón.
- 19 12 02 Metales féreos.
- 19 12 03 Metales no féreos.
- 19 12 04 Plástico y caucho.
- 19 12 05 Vidrio.
- 19 12 06* Madera que contiene sustancias peligrosas.
- 19 12 07 Madera distinta de la especificada en el código 19 12 06.
- 19 12 08 Tejidos.
- 19 12 09 Minerales (por ejemplo, arena, piedras).
- 19 12 10 Residuos combustibles (combustible derivado de residuos).
- 19 12 11* Otros residuos (incluidas mezclas de materiales), procedentes del tratamiento mecánico de residuos, que contienen sustancias peligrosas.
- 19 12 12 Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes del tratamiento mecánico de residuos distintos de los especificados en el código 19 12 11.
- 19 13 Residuos de la recuperación de suelos y de aguas subterráneas.
- 19 13 01* Residuos sólidos, de la recuperación de suelos, que contienen sustancias peligrosas.
- 19 13 02 Residuos sólidos, de la recuperación de suelos, distintos de los especificados en el código 19 13 01.
- 19 13 03* Lodos de la recuperación de suelos, que contienen sustancias peligrosas.
- 19 13 04 Lodos de la recuperación de suelos, distintos de los especificados en el código 19 13 03.
- 19 13 05* Lodos de la recuperación de aguas subterráneas, que contienen sustancias peligrosas.
- 19 13 06 Lodos de la recuperación de aguas subterráneas, distintos de los especificados en el código 19 13 05.
- 19 13 07* Residuos de líquidos acuosos y concentrados acuosos, procedentes de la recuperación de aguas subterráneas, que contienen sustancias peligrosas.
- 19 13 08 Residuos de líquidos acuosos y concentrados acuosos, procedentes de la recuperación de aguas subterráneas, distintos de los especificados en el código 19 13 07.

20 Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente

- 20 01 Fracciones recogidas selectivamente (excepto las especificadas en el subcapítulo 15 01).
- 20 01 01 Papel y cartón.
- 20 01 02 Vidrio.
- 20 01 08 Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes.
- 20 01 10 Ropa.
- 20 01 11 Tejidos.
- 20 01 13* Disolventes.
- 20 01 14* Ácidos.
- 20 01 15* Alcalis.
- 20 01 17* Productos fotoquímicos.
- 20 01 19* Pesticidas.
- 20 01 21* Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.
- 20 01 23* Equipos desechados que contienen clorofluorocarbonos.
- 20 01 25 Aceites y grasas comestibles.
- 20 01 26* Aceites y grasas distintos de los especificados en el código 20 01 25.
- 20 01 27* Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas.
- 20 01 28 Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintos de los especificados en el código 20 01 27.
- 20 01 29* Detergentes que contienen sustancias peligrosas.

20 01 30	Detergentes distintos de los especificados en el código 20 01 29.
20 01 31*	Medicamentos citotóxicos y citostáticos.
20 01 32	Medicamentos distintos de los especificados en el código 20 01 31.
20 01 33*	Baterías y acumuladores especificados en los códigos 16 06 01, 16 06 02 ó 16 06 03 y baterías y acumuladores sin clasificar que contienen esas baterías.
20 01 34	Baterías y acumuladores distintos de los especificados en el código 20 01 33.
20 01 35*	Equipos eléctricos y electrónicos desechados, distintos de los especificados en los códigos 20 01 21 y 20 01 23, que contienen componentes peligrosos (9).
20 01 36	Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35.
20 01 37*	Madera que contiene sustancias peligrosas.
20 01 38	Madera distinta de la especificada en el código 20 01 37.
20 01 39	Plásticos.
20 01 40	Metales.
20 01 41	Residuos del deshollinado de chimeneas.
20 01 99	Otras fracciones no especificadas en otra categoría.
20 03	Otros residuos municipales.
20 03 01	Mezclas de residuos municipales.
20 03 02	Residuos de mercados.
20 03 03	Residuos de la limpieza viaria.
20 03 04	Lodos de fosas sépticas.
20 03 06	Residuos de la limpieza de alcantarillas.
20 03 07	Residuos voluminosos.
20 03 99	Residuos municipales no especificados en otra categoría.

(9) Los componentes peligrosos de equipos eléctricos y electrónicos pueden incluir las pilas y acumuladores clasificados como peligrosos en el subcapítulo 16 06, así como interruptores de mercurio, vidrio procedente de tubos catódicos y otros cristales activados.

4. PROCEDIMIENTO DE ADMISIÓN

A efectos de la redacción de este proyecto, los residuos se van a considerar clasificados y seleccionados como No Peligrosos en un proceso previo a la recepción en vertedero.

Anexo.- Nº8
CÁLCULOS REALIZADOS

ANEXO Nº8: CÁLCULOS REALIZADOS

INICIO

1. POBLACIÓN CON VERTIDOS Y VOLUMEN DE RESIDUOS	3
1.1. OBJETIVO	3
1.2. POBLACIÓN CON VERTIDOS Y PREVISIBLE EVOLUCIÓN	3
1.3. VOLUMEN DE RESIDUOS PREVISIBLE	5
1.3.1. RATIO DE PRODUCCIÓN DE R.S.U.	5
1.3.2. DENSIDAD DE LOS R.S.U.	6
1.3.3. VOLUMEN TOTAL PREVISIBLE	8
2. CANTIDAD DE RESIDUOS CADA DÍA DE VERTIDO	9
2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TONGADAS DE R.S.U.	10
3. DIMENSIONAMIENTO DEL VASO DE VERTIDO	11
4. DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA RAMPA DE ACCESO AL VASO	23
5. PISTAS PERIMETRALES Y DE ACCESO	28
6. RED DE DRENAJE	40
6.1. BALSA DE LIXIVIADOS	40
6.2. CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA	43
6.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍAS DE DRENAJE	43
6.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN	66
6.5. DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS	67
7. ESTABILIDAD DE TALUDES	85

1. POBLACIÓN CON VERTIDOS Y VOLUMEN DE RESIDUOS

1.1. OBJETIVO

Se realizará el análisis de la población y su evolución futura para un periodo de retorno de 30 años para las propuestas de Gemuño, que es el periodo para el que se pretende diseñar y construir el vertedero.

1.2. POBLACIÓN CON VERTIDOS Y PREVISIBLE EVOLUCIÓN

Los municipios que integran la mancomunidad de recogida de basura y sus habitantes al año 2012 son los facilitados en la siguiente tabla:

Municipio	Superficie (Km ²)	Habitantes (2012) (I.N.E.)
Muñogalindo	18,77	401
Santa María del Arroyo	11,13	97
Muñochas (Ayto. Padiernos)	37	25
Salobralajo (Ayto. Muñogalin)	18,77	89
Solosancho	54,4	949
Sotalvo	90	239
La Colilla	11,26	344
El Fresno	12,63	579
Padiernos	37	275
Gemuño	17	182
Riofrío	65,53	247
Mironcillo	15	104
La Serrada	7,28	114
Muñopepe	6,02	106
Salobral	7,5	131
Niharra	-----	170
Total		4.052

(Fuente: Instituto Nacional de Estadística)

Durante aproximadamente un mes al año, estos municipios incrementan su población. Durante la semana de las fiestas patronales la población aumenta en un 200% y otras tres semanas de las vacaciones estivales y las vacaciones de semana santa la población aumenta en un 30%. Por tanto, en el periodo de un mes aumenta en un 70%:

$$0,25 \cdot 200 + 0,75 \cdot 1,3 = 1,72 \approx 70\% \text{ de incremento.}$$

Por lo tanto, durante un mes al año la suma de la población de estos municipios es:

$$4052 \cdot 1,70 = 6888,4 \text{ habitantes}$$

Según los datos del I.N.E. la población en la provincia de Ávila descenderá un 9,99 % en el periodo 2012-2022 (de 166.301 habitantes a 149.691, en total 16.610 personas menos).

Teniendo en cuenta que en el periodo 2002-2012 creció en 3.007 habitantes (166.301 en 2012 y 163.294 en 2002) Es decir, un 1,84 % más:

$$166.301/163.294 = 1,0184$$

Analizando las previsiones del INE para la provincia de Ávila, y considerando los datos de los pueblos pertenecientes a la mancomunidad, se tiene lo siguiente:

- En el periodo 1991-2001 la población de estos pueblos se redujeron de 4440 a 4110 habitantes, es decir:

$$4440 \cdot (1 - x) = 4110; x = 0,074, \text{ es decir un } 7,4 \% \text{ menos}$$

- En el periodo 2001-2012 la población de estos pueblos se redujo de 4110 a 4052 habitantes, es decir:

$$4110 \cdot (1 - x) = 4052; x = 0,014, \text{ es decir un } 1,4 \% \text{ menos}$$

- En el periodo 1991-2012 la población descendió de 4440 a 4110 habitantes, es decir:

$$4440 \cdot (1 - x) = 4052; x = 0,087, \text{ es decir un } 8,7 \% \text{ menos.}$$

Con este dato del descenso poblacional en el periodo 1991-2012 (- 8,7 %) y la estimación del INE para el descenso de población en la Provincia de Ávila para el periodo 2012-2022 (- 9,99 %), estimamos un crecimiento negativo de la población para los pueblos de la Mancomunidad en el periodo 2012 – 2042 del 12 %.

Por lo tanto, la población anual media que sumarán los pueblos de la mancomunidad en los treinta años de vida útil del relleno sanitario, será:

- AÑO 2012: 4052 habitantes durante 11 meses /año

$$4052 \cdot 1,7 = 6888,4 \text{ habitantes durante 1 mes/año}$$

- AÑO 2042: $4052 - (4052 \cdot 0,12) = 3565,76$ durante 11 meses/año
 $3565,76 \cdot 1,7 = 6061,8$ habitantes durante 1 mes/año

1.3. VOLUMEN DE RESIDUOS PREVISIBLE

1.3.1 Ratio de Producción de R.S.U.

En Castilla y León, el Ratio de Producción de Residuos Sólidos Urbanos (en adelante R.S.U.) según datos del Instituto Nacional de Estadística es de 1,118 kg/habitante/día.

Esta cifra ya incluye factores de estacionalidad. En zonas de España muy turísticas (grandes ciudades de la costa) o muy industrializadas, el ratio es superior.

Luego la cantidad de R.S.U. anual será:

- AÑO 2014:

$$4.052 \text{ hab} \times 1,118 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times 11 \text{ meses} = 1.494.944,88 \text{ kg 11 meses} =$$

$$= 1.494,94 \text{ Tn/11 meses}$$

$$6.888,4 \text{ hab} \times 1,118 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 231.036,93 \text{ kg en 1 mes} =$$

$$= 231,04 \text{ Tn/1 mes}$$

$$\text{Total R.S.U. en 2012: } 1.494,94 + 231,04 = \mathbf{1.725,98 \text{ Tn}}$$

- AÑO 2044:

$$3.565,76 \text{ hab} \times 1,118 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \times 11 \text{ meses} = 1.315.551,5 \text{ kg 11 meses} =$$

$$= 1.315,55 \text{ Tn/11 meses}$$

$$6061,8 \text{ hab} \times 1,118 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 203.312,77 \text{ kg en 1 mes} =$$

$$= 203,31 \text{ Tn/1 mes}$$

$$\text{Total R.S.U. en 2044: } 1.315,55 + 203,31 = \mathbf{1.518,86 \text{ Tn}}$$

Considerando que el descenso de la población (y por tanto el descenso de los R.S.U. generados) obedece a una función lineal, la cantidad media de R.S.U. generados al año en el periodo 2012 – 2042 será:

$$\text{Media anual 2014-2044: } \frac{1725,98+1518,86}{2} = \mathbf{1622,42 \text{ Tn/año}}$$

Luego en los 30 años de vida útil propuesta para el proyecto B será:

$$1622,42 \frac{\text{Tn}}{\text{año}} \times 30 \text{ años} = \mathbf{48.672,6 \text{ Tn}}$$

1.3.2 Densidad de los R.S.U.

La densidad media de los R.S.U. en datos ofrecidos en un estudio realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, es:

Etapas del Residuo	Densidad (Kg/m³)
Suelto en contenedor	200
Compactado en camión compactador	500
Suelta descargada en el relleno sanitario	400
Basura recién rellenada en relleno sanitario (pisada) (e < 1,5m)	600
Basura estabilizada en relleno sanitario (+ 2 años) (e < 1,5m)	900

La densidad de los residuos, a igualdad de composición y con la misma máquina compactadora, mismo número de pasadas y a igual velocidad, varía con el espesor de las tongadas de R.S.U. A continuación se ofrece un gráfico tipo con la densidad del residuo en función del espesor de las tongadas, para un R.S.U. típico de domicilio, con una máquina compactadora de 15 Tn, y 10 pasadas a una velocidad de 15 km/h.

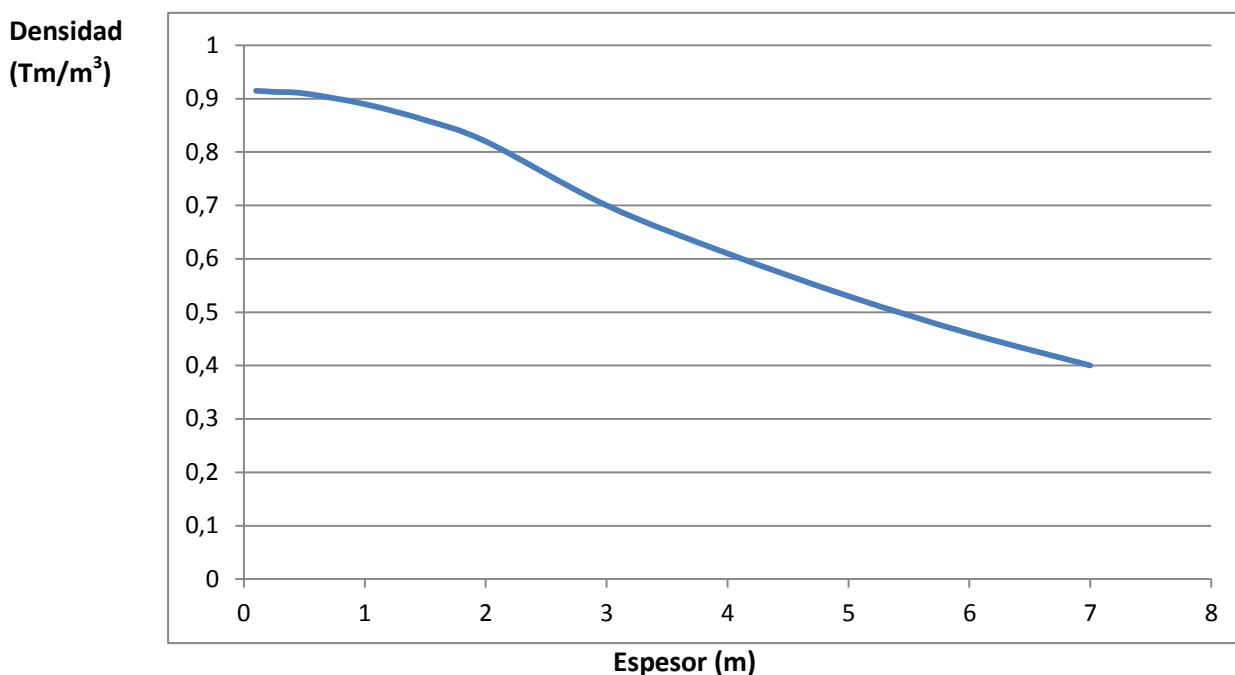


Fig. 1- Gráfico de densidad de residuo estabilizado después de más de dos años, frente a potencia de las tongadas cuando se vertió y se pisó.

En las propuestas de vertedero que se dan en este Proyecto se estima la siguiente potencia de tongadas y densidad final de los residuos:

Propuesta	Espesor medio tongadas (m)	Densidad (kg/m³) t > 2 años
La Colilla	3	700
Gemuño	0,8	900

En tongadas menores a 4 metros, la densidad inicial recién rellenada y pisada es 1/3 menor a la densidad después de 2 años o más. Es decir, después de dos años la densidad aumenta un 50% respecto a la densidad inicial.

1.3.3. Volumen total previsible

Por lo tanto, el volumen final de R.S.U. generados en 30 años por los habitantes de los pueblos que integran la mancomunidad de basura, en el proyecto B será:

$$48.672,68 \text{ Tn} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{0,90 \text{ Tn}} = 54.080,76 \text{ m}^3$$

Se añadirá un incremento de volumen del 20% por la previsión de aumento de la tasa de producción per cápita de R.S.U.

Por lo tanto, el volumen total de diseño para un vertedero con una vida útil de 30 años será:

$$54.080,76 \cdot 1,2 = 64.896,9 \text{ m}^3 \approx 65.000 \text{ m}^3$$

Será el volumen útil del vertedero diseñado, es decir, volumen de residuos, restando al volumen del hueco excavado los siguientes volúmenes:

- La impermeabilización del vaso de vertido y taludes
- Capa de árido de drenaje en fondo del vaso
- Red de drenaje
- Tierra de cubrición diaria de residuos

La vida útil estimada para el vertedero de La Colilla será:

$$\text{Volumen útil total} = 33.597,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad de los residuos alcanzada en La Colilla} = 700 \text{ kg/m}^3 \text{ (t > 2 años)}$$

$$33.597,8 \text{ m}^3 \cdot 0,7 \text{ Tn/m}^3 = 23.518,46 \text{ Tn}$$

$$\text{Producción anual media de basura en un periodo de retorno de 30 años} = 1622,4 \text{ Tn}$$

$$\text{Producción anual media de basura en un periodo de retorno de 15 años} = 1674,2 \text{ Tn}$$

$$23.518,46 \text{ Tn} \cdot / (1674,2 \text{ Tn/año}) = 14,05 \text{ años.}$$

2. CANTIDAD DE RESIDUOS A DEPOSITAR CADA DÍA DE VERTIDO

Los residuos de los pueblos de la mancomunidad se recogerán dos veces por semana. Los días de recogida propuestos por la redacción de este proyecto son lunes por la mañana y viernes por la mañana, de este modo hay tres días y medio desde la mañana del lunes a la mañana del viernes, y dos días y medio desde la mañana del viernes a la mañana del lunes siguiente. Se considera que los residuos generados por las viviendas del lunes al viernes son igual a los residuos generados del viernes al lunes siguiente, puesto que aunque transcurra un día menos, durante el fin de semana cada habitante genera, de media, un 50% mas residuos en los domicilios particulares que entre semana.

- La cantidad de basura cada día de relleno será:

$$\text{Total basura en una semana: } 1,118 \frac{\text{kg/hab}}{\text{dia}} \cdot 7 \text{ días} = 7,826 \frac{\text{kg/hab}}{\text{semana}}$$

Consideramos que la mitad de esos 7,826 kg de residuos se genera del lunes al viernes y la otra mitad del viernes al lunes. Por lo tanto, se tiene:

$$- \frac{7,826}{2} = 3,913 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \text{ del lunes al viernes}$$

$$- \frac{7,826}{2} = 3,913 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \text{ del viernes al lunes}$$

$$3,913 \frac{\text{kg}}{\text{hab}} \cdot 4052 \text{ hab} = 15.855,476 \text{ kg cada día de relleno.}$$

En nuestro caso, en la propuesta de proyecto B haremos tongadas de aproximadamente 1 m de potencia, y en la propuesta A, de 3 m, luego la densidad de los residuos recién depositados será:

$$- \text{La Colilla: } 700 - (700 \cdot (1/3)) = 466,67 \text{ Kg/m}^3$$

$$15.855,47 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{466,67 \text{ kg}} = 33,98 \text{ m}^3 \text{ cada día de relleno (basura depositada y compactada en vertedero)}$$

$$- \text{Gemuño: } 900 - (900 \cdot (1/3)) = 600 \text{ Kg/m}^3$$

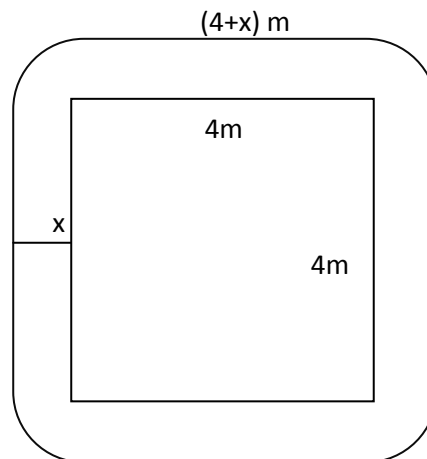
$$15.855,47 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{600 \text{ kg}} = 26,43 \text{ m}^3 \text{ cada día de relleno (basura depositada y compactada en vertedero)}$$

2.1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TONGADAS DE R.S.U.

Vamos a analizar la geometría que deben tener los volúmenes de vertido en el proyecto B, suponiendo una geometría de paralelepípedo regular, se toma como base central sin los taludes una sección cuadrada de 4 x 4 m, así tenemos (ver Documento Nº2 Planos):

$$\text{Volumen total} = 26,43 \text{ m}^3$$

Potencia: "y" metros



Volumen del paralelepípedo:

- Volumen cuerpo central:

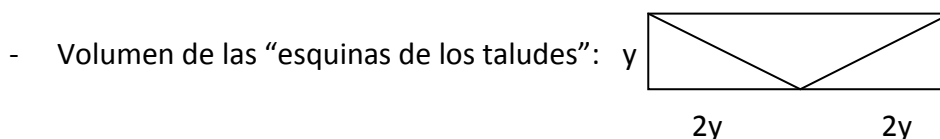
$$y \cdot (4 \cdot 4) = (16 \cdot y) \text{ m}^3$$

- Volumen de un talud lateral (Definimos los taludes 2H/1V):

$$\frac{1}{2} \cdot (2y \cdot y) \cdot 4 = 4y^2 \text{ m}^3$$

- Volumen total de taludes laterales:

$$4 \cdot (4y^2) = 16y^2 \text{ m}^3$$



Para calcularlo, asemejamos las cuatro esquinas a un cilindro de altura “ y ” y radio “ $2y$ ” (disco), y el volumen de residuos será la mitad del volumen de dicho disco (en cada volumen diario de residuos, 2 taludes tienen pendiente negativa y otros pendiente positiva). Todos son de tipo 2H/1V porque los taludes del hueco de vertido también tienen esa pendiente.

Luego:

$$\frac{\text{volumen disco}}{2} = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot y}{2} \rightarrow \text{volumen disco} = \pi \cdot (2y)^2 \cdot y = 4\pi y^3 \text{ m}^3$$

Luego el volumen de las esquinas será:

$$\frac{4\pi y^3}{2} = 2\pi y^3 \text{ m}^3$$

El volumen total del cuerpo es:

$$(16 \cdot y) + 16y^2 + 2\pi y^3 = 26,43 \text{ m}^3$$

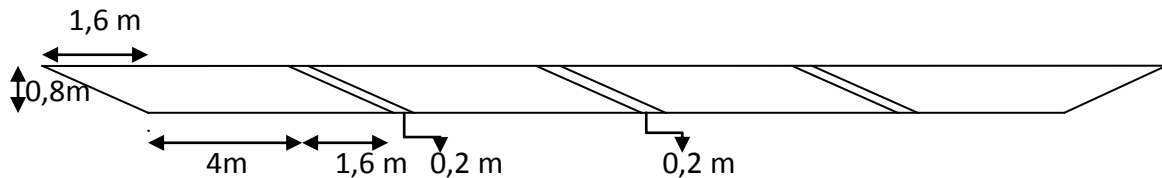
Resolviendo, se tiene que: $y = 0,803 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$ Luego: $x = 2 \cdot y = 1,6 \text{ m}$

3. DIMENSIONAMIENTO DEL VASO DE VERTIDO

En la propuesta de La Colilla, no cabe el dimensionamiento pues se trata de aprovechar un hueco de explotación de una antigua cantera de granito. En el caso de Gemuño si podemos. Será un vaso de planta rectangular, vamos a determinar los lados del rectángulo.

Para determinar las dimensiones del vaso de vertido, una vez determinada la geometría de los volúmenes de residuo de cada día de vertido, establecemos un número de “volúmenes” individuales de vertido sobre el lado mayor del fondo del vaso, y sabiendo que el volumen total de residuo debe ser 65.000 m^3 se pueden determinar las dimensiones del hueco.

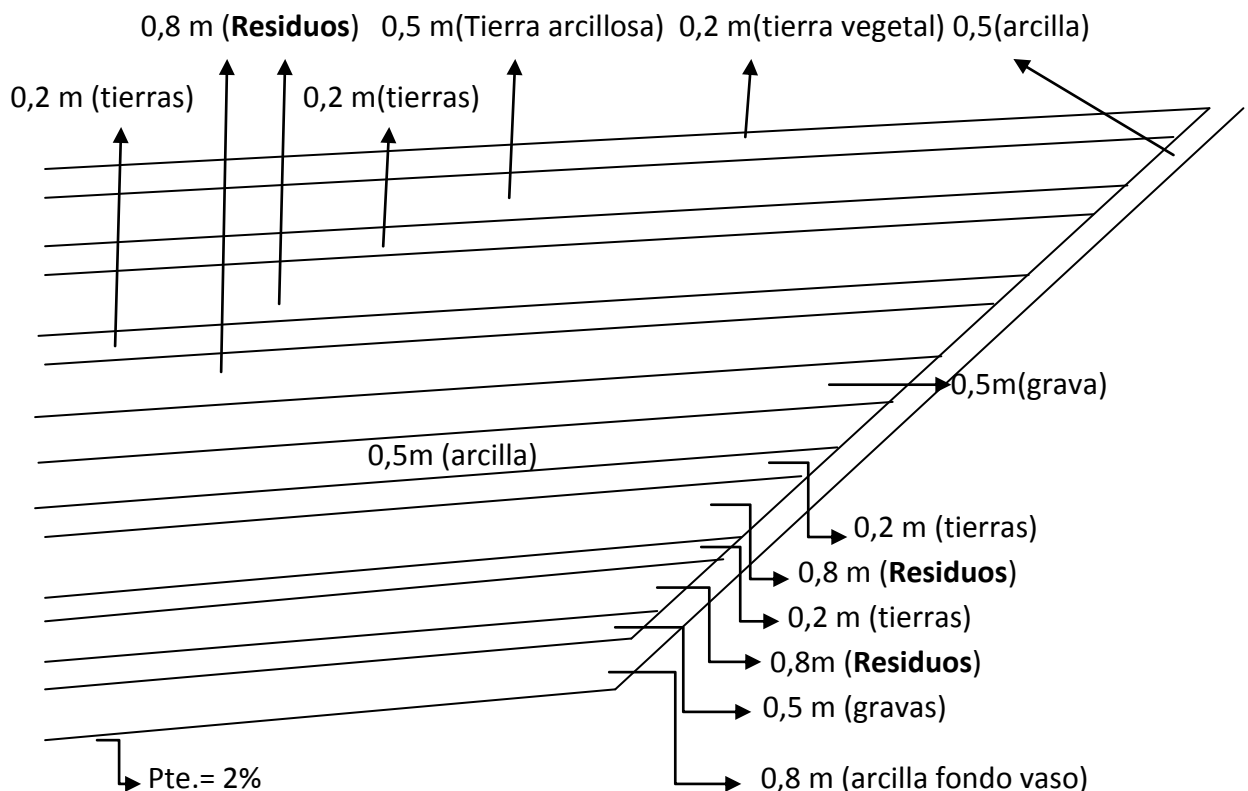
Vamos a establecer en 34 el número de “montones” de residuos de las dimensiones establecidas en el apartado 2.1 del presente anexo en el lado largo del fondo del vaso. Cada montón de residuos se cubrirá justo después de ser depositado y compactado, con una capa de 20 cm de tierra. Por tanto, la longitud total que cubren “n” filas es:



Luego, en “n” montones, la longitud total del fondo del vaso en metros es:

$$4 \cdot n + 1,6 (n - 1) + 0,2 (n - 1)$$

Se van a disponer 4 capas de basura con una capa intermedia de impermeabilización, de este modo, se puede explotar el biogás de la primera fase mientras se rellena la segunda fase de vertido. Una sección del vertedero sellado es la siguiente (no escala):



Potencia total: 7 m

Entonces, conociendo la disposición vertical de las capas, y sabiendo que el fondo del vaso tiene una pendiente del 2%, y que las capas de la primera fase de vertido son paralelas al fondo del vaso para que la capa de impermeabilización de esta primera fase tenga pendiente del 2% y pueda drenar los lixiviados. La geometría de las capas en el talud son:

$\gamma = 64,58^\circ$ (ver Documento N° 2 Planos). Como $\text{tg}(\gamma) = a/0,8$; $a=1,683$. Análogamente:

$a= 1,683$

$b= 1,683$

$c= 0,421$

$d= 1,683$

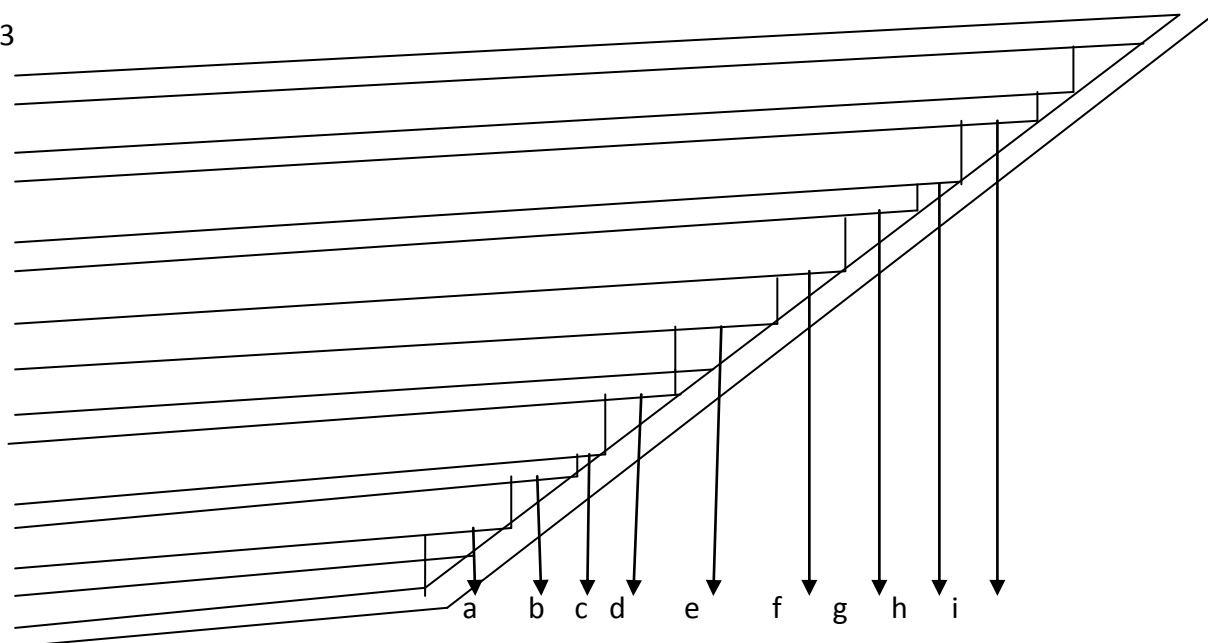
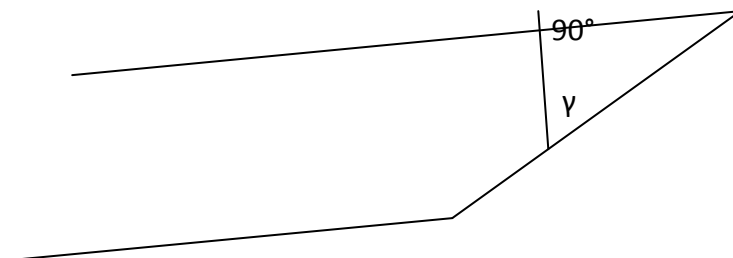
$e= 1,473$

$f= 1,05$

$g= 1,683$

$h= 0,421$

$i= 1,683$



(Croquis no a escala)

Son las medidas referidas al talud del **lado corto de mayor cota** del hueco de vertido.

Las medidas análogas (para las mismas capas) del **lado corto de menor cota** son las siguientes:

$\gamma = 62,29^\circ$ (ver Documento N°2 Planos). Como $\text{tg}(\gamma) = a/0,8$; $a = 1,523$. Análogamente:

$a = 1,523$

$b = 1,523$

$c = 0,38$

$d = 1,523$

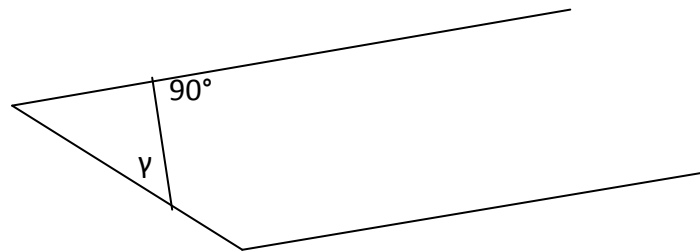
$e = 1,33$

$f = 0,95$

$g = 1,523$

$h = 0,38$

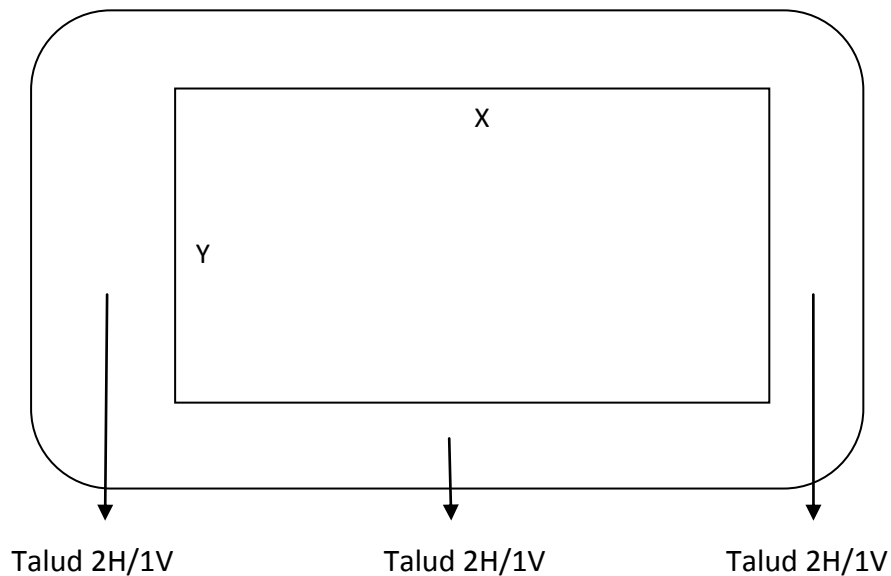
$i = 1,523$



Nota: La media aritmética del valor “a” del lado corto de menor cota y el valor “a” del lado corto de mayor cota de 1,6 que es el valor correspondiente a la longitud “a” si el fondo del vaso tuviese 0% de pendiente. Análogamente para b, c, d, e, f, g, h, i.

Por lo tanto, si $n = 34$, y el fondo del vaso de vertido tiene planta rectangular, cuyo lado largo llamamos X y cuyo lado corto llamamos Y, sus longitudes en metros son:

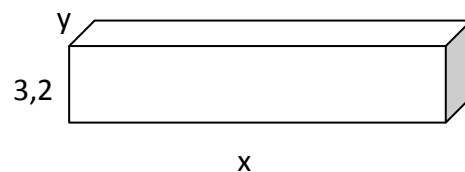
$$x = 4n + 1,6(n - 1) + 0,2(n - 1), y = 4n' + 1,6(n' - 1) + 0,2(n' - 1)$$



Volumen total residuos= V central + V lado corto menor cota + V lado corto mayor cota + $2 \cdot V$ lado largo + V esquinas = 65.000 m^3

Así pues, los volúmenes de residuos serán:

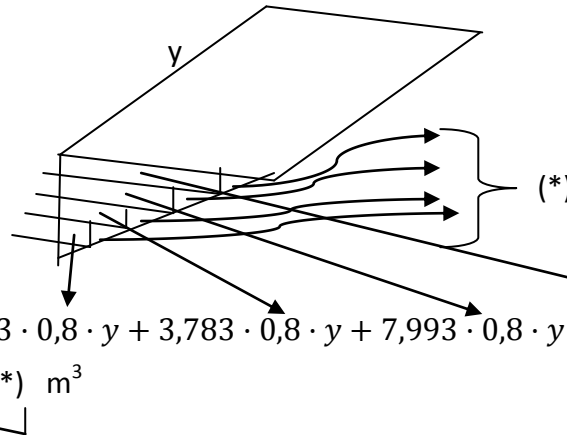
- Volumen Central:



$$V_c = (x \cdot 0,8 \cdot y) \cdot 4 \text{ m}^3$$

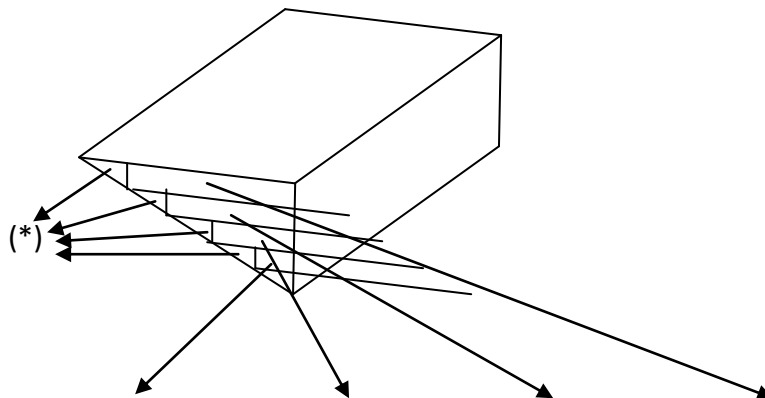
- Volumen lado corto mayor cota:

(Ver apartado anterior)



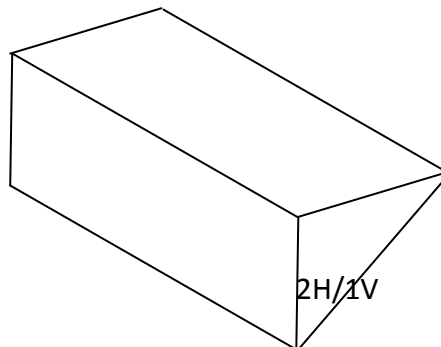
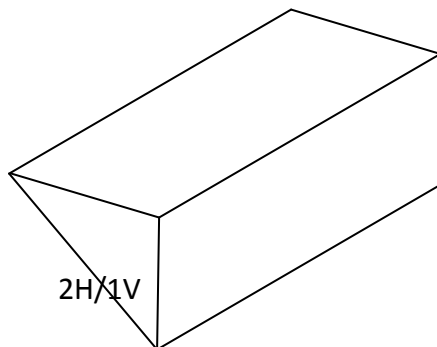
$$V \text{ lado corto} = 1,683 \cdot 0,8 \cdot y + 3,783 \cdot 0,8 \cdot y + 7,993 \cdot 0,8 \cdot y + 10,097 \cdot 0,8 \cdot y + 4 \left(\frac{1}{2} 0,8 \cdot 1,683 \cdot y \right) (*) \text{ m}^3$$

- Volumen lado corto menor cota:



$$V \text{ lado} = 1,523 \cdot 0,8 \cdot y + 3,426 \cdot 0,8 \cdot y + 7,23 \cdot 0,8 \cdot y + 9,132 \cdot 0,8 \cdot y + 4 \left(\frac{1}{2} \cdot 1,523 \cdot 0,8 \cdot y \right) (*) \text{ m}^3$$

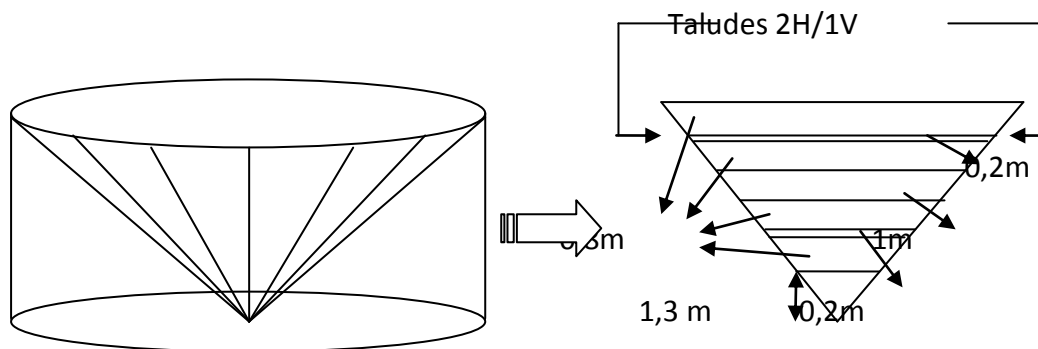
- Volúmenes de los dos lados largos:



$$V \text{ lados largos} = 2 \cdot [(1,6 \cdot 0,8 \cdot x + 3,6 \cdot 0,8 \cdot x + 7,6 \cdot 0,8 \cdot x + 9,6 \cdot 0,8 \cdot x)] + 2 \cdot \left[4 \left(\frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 1,6 \cdot x \right) \right] m^3$$

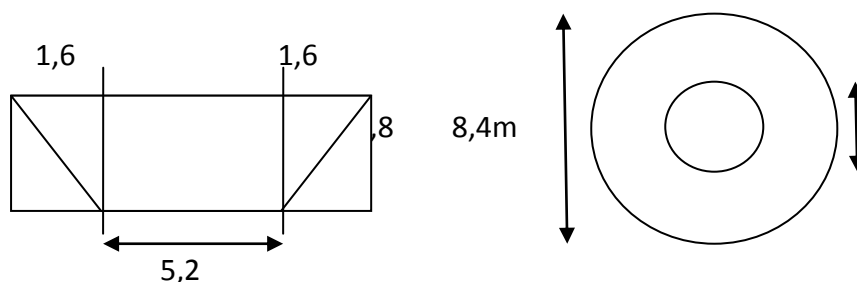
- Volumen de las esquinas:

$(64,58+62,29)/2 = 63,44$ luego el incremento de volumen del cuarto de cono en el lado corto de menor cota se compensa con el menor volumen del cuarto de cono en el lado corto de mayor cota y es igual al volumen de los cuartos de cono de las esquinas en los lados largos.



$$\begin{aligned} Vol. esquinas &= (\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 2,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8) - \\ &\left(\frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 4,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 8,2^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8) - \\ &\left(\frac{\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 10,2^2 \cdot 0,8}{2} \right) m^3 = 0,8 \cdot \pi \cdot \left[4,2^2 - \left(\frac{4,2^2 - 2,6^2}{2} \right) + 6,2^2 - \left(\frac{6,2^2 - 4,6^2}{2} \right) + 9,8^2 - \right. \\ &\left. \left(\frac{9,8^2 - 8,2^2}{2} \right) + 11,8^2 - \left(\frac{11,8^2 - 10,2^2}{2} \right) \right] m^3 \end{aligned}$$

1ª Capa Residuos:

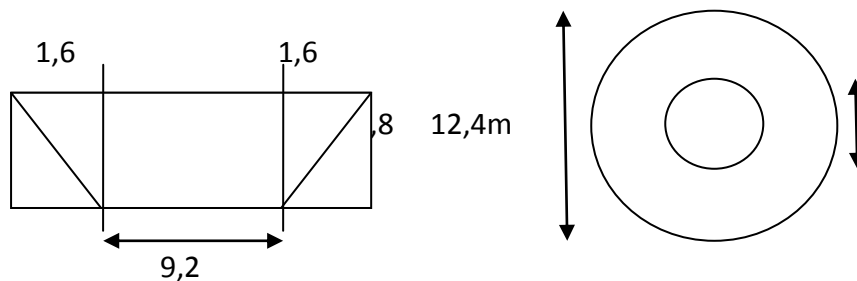


V1= Vol. cilindro mayor

V2= Vol. cilindro menor

$$\text{Vol. útil de residuos} = v1 - \left(\frac{v1 - v2}{2} \right) = (\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 2,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) \text{ m}^3$$

2ª Capa Residuos:

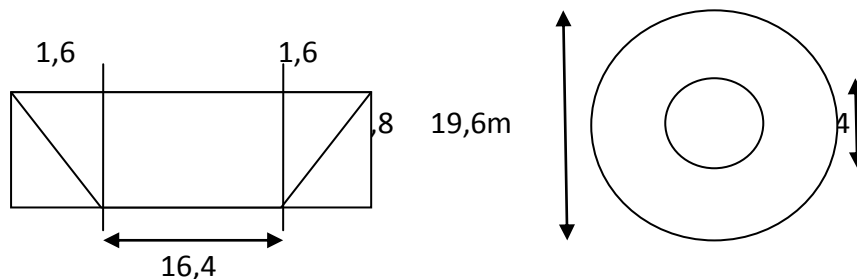


V1= Vol. cilindro mayor

V2= Vol. cilindro menor

$$\text{Vol. útil de residuos} = v1 - \left(\frac{v1 - v2}{2} \right) = (\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 4,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) \text{ m}^3$$

3ª Capa Residuos:

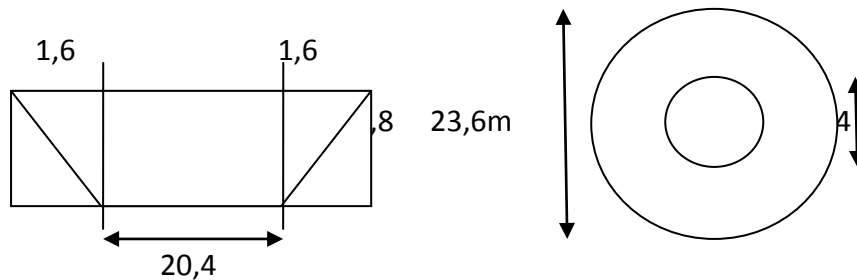


V1= Vol. cilindro mayor

V2= Vol. cilindro menor

$$\text{Vol. útil de residuos} = v1 - \left(\frac{v1 - v2}{2} \right) = (\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 8,2^2 \cdot 0,8}{2} \right) \text{ m}^3$$

4ª Capa Residuos:



V1= Vol. cilindro mayor

V2= Vol. cilindro menor

$$\text{Vol. útil de residuos} = v1 - \left(\frac{v1 - v2}{2} \right) = (\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 10,2^2 \cdot 0,8}{2} \right) \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total esquinas} = \sum_{i=1}^4 \text{Volumen esquinas "Capa i"}$$

Por lo tanto, el volumen total será la suma de los volúmenes parciales, queda:

$$(x \cdot 0,8 \cdot y)4 + 1,523 \cdot 0,8 \cdot y + 3,426 \cdot 0,8 \cdot y + 7,23 \cdot 0,8 \cdot y + 9,132 \cdot 0,8 \cdot y + 4 \left(\frac{1}{2} \cdot 1,523 \cdot 0,8 \cdot y \right) + 1,683 \cdot 0,8 \cdot y + 3,783 \cdot 0,8 \cdot y + 7,993 \cdot 0,8 \cdot y + 10,097 \cdot$$

$$0,8 \cdot y + 4 \left(\frac{1}{2} 0,8 \cdot 1,683 \cdot y \right) + 2 \cdot [x(1,6 \cdot 0,8 \cdot x + 3,6 \cdot 0,8 \cdot x + 7,6 \cdot 0,8 \cdot x + 9,6 \cdot 0,8 \cdot x)] + 2 \cdot \left[4 \left(\frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot 1,6 \cdot x \right) \right] + (\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 4,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 2,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 4,6^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 9,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 8,2^2 \cdot 0,8}{2} \right) + (\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8) - \left(\frac{\pi \cdot 11,8^2 \cdot 0,8 - \pi \cdot 10,2^2 \cdot 0,8}{2} \right)$$

Puesto que hemos determinado **n = 34**, se tiene:

$$x = 4n + 1,6(n - 1) + 0,2(n - 1) = \mathbf{195,4 \text{ m}}$$

Para calcular las dimensiones del hueco de vertido necesarias para contener el volumen establecido de residuos, podemos suprimir la influencia de las coberteras de tierra tanto en X como en Y, por lo tanto quedará:

$$x = 195,4 - 0,2(n - 1) = 188,8 \text{ m}$$

$$y = 4n' + 1,6(n' - 1) + 0,2(n' - 1) - 0,2(n' - 1) = 4n' + 1,6(n' - 1)$$

La expresión anterior queda:

$$645,1832 \cdot (4n' + 1,6(n' - 1)) + 7733,248 + 196,224 \cdot \pi = 65.000$$

$$2580,7328n' + 1032,29312n' - 1032,29312 + 7733,248 + 196,224 \cdot \pi = 65000$$

$$3613,02592 \cdot n' = 57682,58924 \text{ luego } n' = 15,965 \text{ (nº de "montones en Y)}$$

Luego $n'=16$ montones en el lado corto Y

Por lo tanto:

$$y = 4 \cdot 16 + 1,6 \cdot 15 + 0,2 \cdot 15 = \mathbf{91 \text{ m}}$$

Puesto que los taludes del hueco llevan 0,5 m de arcilla de impermeabilización, las dimensiones del fondo del vaso serán:

$$x = \mathbf{195,4 + 0,5 + 0,5 = 196,4 \text{ m}}$$

$$y = \mathbf{91 + 0,5 + 0,5 = 91 \text{ m}}$$

Conociendo los valores de X y de Y, y la pendiente del fondo del vaso, y sabiendo que el paquete de residuos y capas intermedias tiene 7 m de potencia, puedo determinar la altura del talud en el lado Y de mayor cota y el Y de menor cota, es decir, la profundidad máxima del vaso de vertido.

Mediante una simple iteración calculamos las medidas reales del talud del lado Y de mayor cota (con dos pasos de iteración prácticamente se estabiliza el valor obtenido):

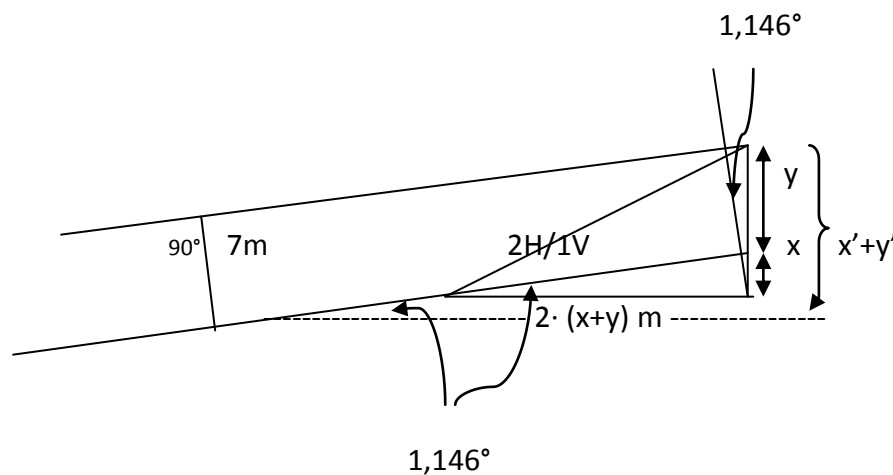
$$\cos 1,146^\circ = \frac{7}{y} ; \quad y = 7,0014 \text{ m} ; \quad 2 \cdot 7,0014 = 14,0028$$

$$\operatorname{tg} 1,146^\circ = \frac{x}{14} ; \quad x = 0,28 \text{ m} ; \quad y' = 7,28 \text{ m} ; \quad 2 \cdot 7,28 = 14,56 \text{ m}$$

$$\operatorname{tg} 1,146^\circ = \frac{x'}{14,56} ; \quad x' = 0,2912 \text{ m} ; \quad y' = 7,291 ; \quad 2 \cdot 7,291 = 14,58$$

$$\operatorname{tg} 1,146^\circ = \frac{x'}{14,58} ; \quad x' = 0,2916 \text{ m} ; \quad \text{Luego } x' + y' = 7,29 \text{ m} \approx \mathbf{7,3 \text{ m} = \text{Altura de talud}}$$

Por tanto la **base del talud**: $2 \cdot 7,3 \text{ m} = \mathbf{14,6 \text{ m}}$



Conocida la altura del talud de mayor cota, calculamos la altura del talud de menor cota:

- Proyección horizontal “x” del fondo del vaso de vertido:

$$\cos 1,146^\circ = \frac{x}{196,4} ; \quad x = 196,36$$

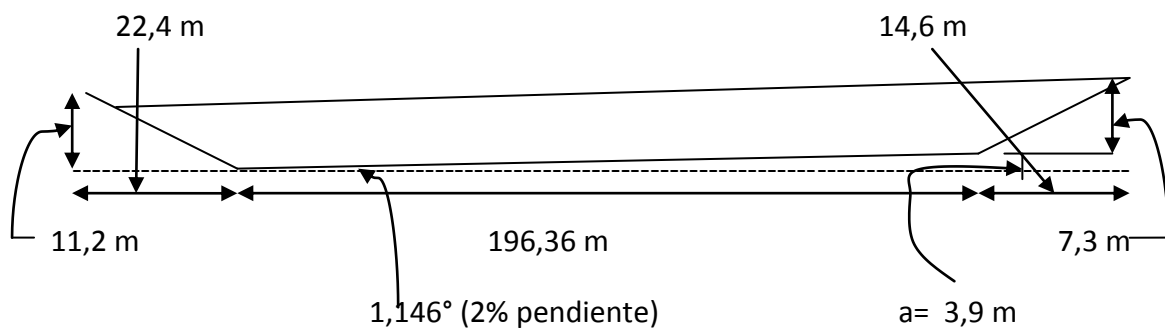
- Incremento de cota "a" del fondo del vaso:

$$\operatorname{tg} 1,146 = \frac{a}{196,36}; a = 3,928 \approx 3,9 \text{ m}$$

Por tanto la **altura del talud** del lado corto de menor cota es: $7,3 + 3,9 = 11,2 \text{ m}$

La **base del talud** del lado corto de menor cota es: $11,2 \cdot 2 = 22,4 \text{ m}$

El siguiente croquis resume lo anterior:



Nota: En la segunda fase de vertido, los residuos y las capas de tierra que los cubren se extenderán formando una superficie horizontal, con pendiente del 0%.

4. DIMENSIONES Y VOLUMEN DE LA RAMPA DE ACCESO AL VASO

De acuerdo a lo establecido en el R.G.N.B.S.M, las rampas de acceso a la explotación tendrán una pendiente máxima del 20%, y una anchura mínima $(a+2)$ m para rampas de un solo carril, donde a es el ancho de vía del vehículo más ancho que vaya a circular por ella.

En esta ocasión, se ha determinado una pendiente del 20 % en la rampa de acceso al vaso de vertido en la propuesta de Gemuño, y una pendiente del 20% en la rampa de acceso a la explanada superior en la propuesta de La Colilla.

- Gemuño:

Pte. longitudinal= 20%

Anchura: $A \geq a+2$ m, a = ancho de vía del vehículo más ancho que circule.

La rampa será de un solo carril, pues es de pequeña longitud y tiene total visibilidad por lo que no habrá problemas de encuentros accidentales de vehículos subiendo y bajando, y se pretende que la pista no ocupe mucho volumen pues resta capacidad útil al vertedero. El eje longitudinal de la rampa es subparalelo al lado largo del vaso.

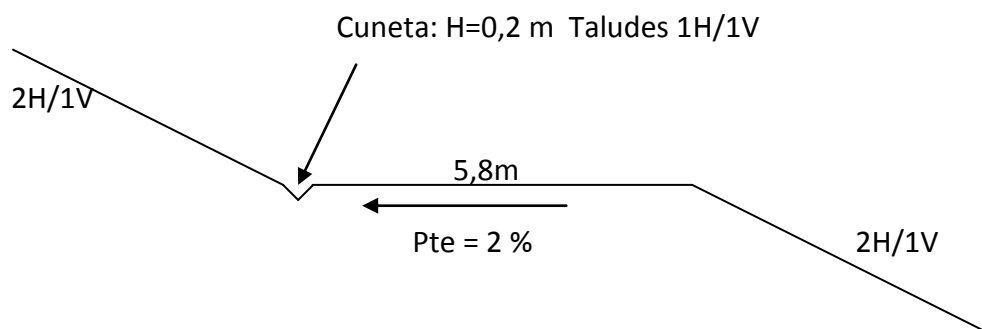
El ancho máximo de los camiones de residuos y máquinas es 2,5 m, luego:

$$A \geq a+2 = 2,5 + 2 = 4,5.$$

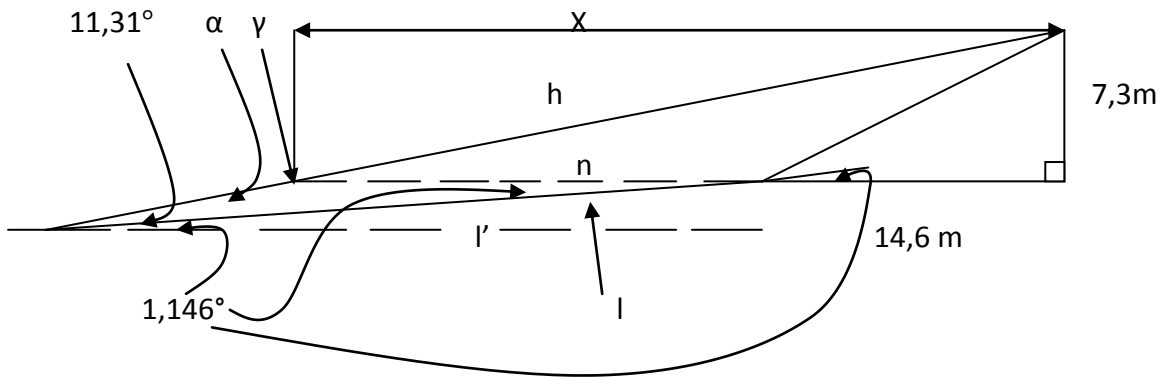
Se va a dejar un margen de seguridad de 0,5 m en la zona interna y 0,8 m en la zona externa, luego:

$$A = a+2+1,3 = 2,5 + 2 + 1,3 = 5,8 \text{ m}$$

La rampa tendrá una pendiente transversal del 2% hacia el talud interior.



$$\operatorname{tg}^{-1}(0,2) = 11,31^{\circ} \quad l' = \text{proyección horizontal de } l$$



$$\alpha = 11,31 - 1,146 = 10,164^{\circ}$$

$$\beta = 1,146^{\circ}$$

$$\gamma = 180 - (\alpha + \beta) = 168,69^{\circ}$$

$$0,2 = \frac{7,3}{x}; x = 36,5 \text{ m}; \quad \text{Luego: } n = 36,5 - 14,6 = 21,9 \text{ m}$$

Por el Teorema de Seno:

$$\frac{\operatorname{sen} 10,164}{21,9} = \frac{\operatorname{sen} \gamma}{l}; \quad l = \frac{\operatorname{sen} \gamma \cdot 21,9}{\operatorname{sen} 10,164} = 24,338 \text{ m}$$

$$\cos 1,146^{\circ} = \frac{l'}{l} = \frac{l'}{24,334}; \quad l' = 24,334 \text{ m}$$

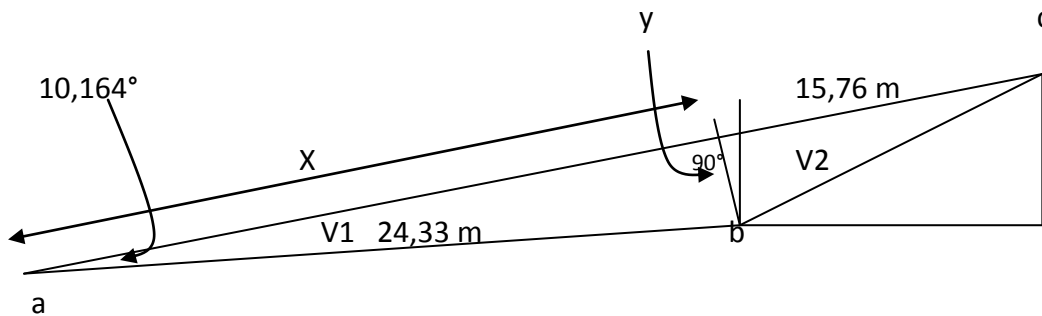
$$\text{Proyección horizontal total de la rampa: } 24,34 + 14,6 = 38,94 \text{ m}$$

Longitud geométrica (real) de la rampa:

$$\cos 11,31 = \frac{38,94}{h}; \quad h = 39,71 \text{ m}$$

- Volumen de la rampa:

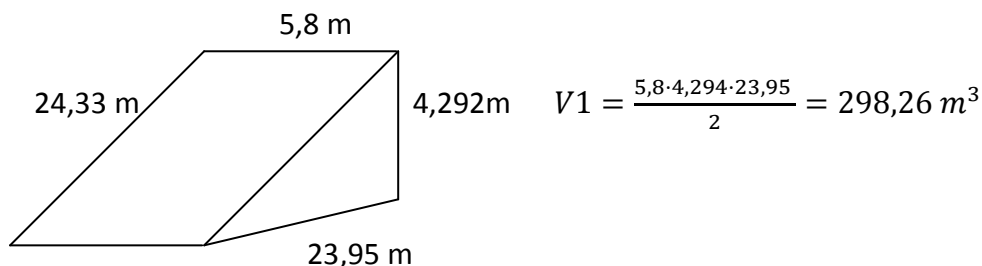
Puesto que la cara del talud de la rampa es paralela a la cara del talud del vertedero, el volumen extra de terraplén debido a la rampa es equiparable a una plataforma igual pero con talud externo vertical (e.d., el volumen del talud de la rampa desde “a” hasta “b” se compensa con el volumen del “talud de vertedero bajo la rampa”, ya que ambos taludes son paralelos y tienen las mismas dimensiones. En talud del punto “b” al punto “c” ocurre lo mismo). Por tanto, el volumen que resta la rampa del punto “a” a “b” será el mismo que una rampa igual con el talud exterior vertical, y del “b” al “c” lo mismo menos el talud de vertedero como se indica:

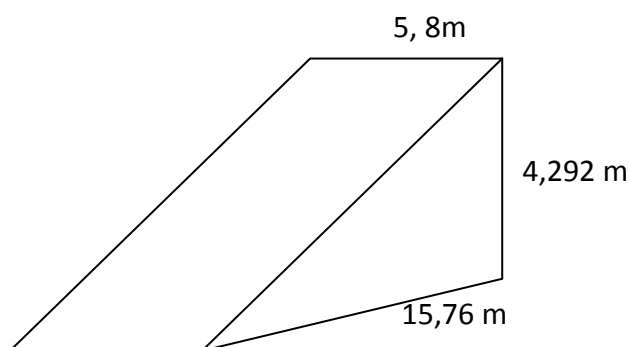


$$\text{sen } 10,164 = \frac{y}{24,33} ; \quad y = 4,294 \text{ m}$$

$$\text{cos } 10,164 = \frac{x}{24,33} ; \quad x = 23,95 \text{ m}$$

Los volúmenes V1 y V2 son las mitades de los volúmenes de los prismas de la misma base y la misma altura que ellos.





$$V2 = \frac{5,8 \cdot 4,294 \cdot 15,76}{2} = 196,25 \text{ m}^3$$

Volumen total de la rampa = $298,26 + 196,25 = 494,52 \text{ m}^3$

Aproximadamente el 45 % de ese volumen correspondería a residuos, luego la pérdida de volumen útil (de residuos) será:

$$0,45 \cdot 494,52 = 222,5 \text{ m}^3$$

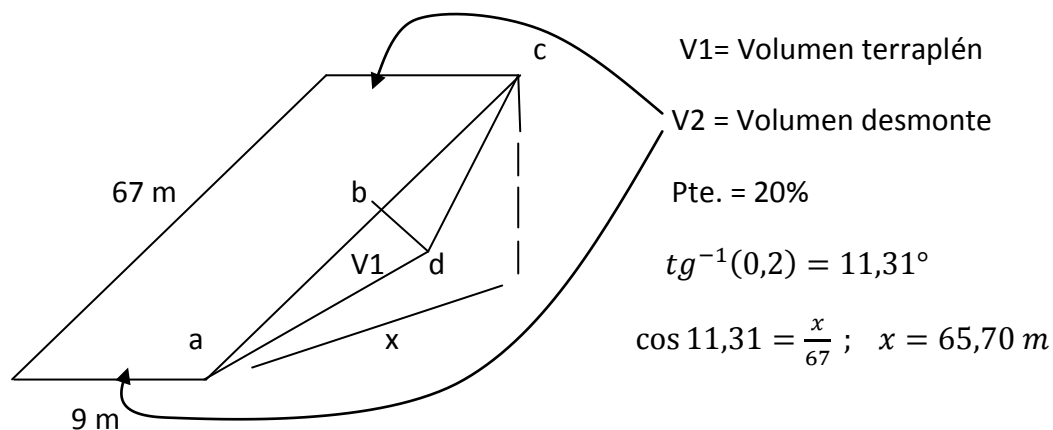
Esto supone una pérdida respecto al volumen total de residuos de:

$$\frac{222,5}{65.000} = 3,42 \cdot 10^{-3} \approx 0,34 \%$$

Lo cual no es una cifra significativa.

- La Colilla:

La rampa del proyecto A es de dos carriles, y tiene las siguientes dimensiones:



Los volúmenes de desmonte se tienen en los extremos de lo que será la rampa, y el terraplén se realizará desde los extremos hacia la parte aproximadamente media de la rampa, y los taludes de ésta.

El volumen de desmonte calculado en campo es aproximadamente 270 m^3 . Una abstracción del volumen de terraplén que hay que realizar para construir la pista es la dibujada a continuación:

dist (a,b) = 36 m

dist (b,c) = 31 m

dist (b,d) = 0,5 m



$$V1 = \frac{9 \cdot 0,65 \cdot 36}{2} + \frac{9 \cdot 0,65 \cdot 31}{2} + \frac{0,65 \cdot 36 \cdot 0,65}{4} + \frac{0,65 \cdot 31 \cdot 0,65}{4} + \frac{0,65 \cdot 36 \cdot 0,65}{4} + \frac{0,65 \cdot 31 \cdot 0,65}{4} = \mathbf{210,14 \text{ m}^3}$$

$\frac{V1}{V2} = \frac{210,14}{270} = 0,78 \approx 78\%$ Luego, el volumen de terraplén es aproximadamente un 80 % del volumen de desmonte.

Según el R.G.N.B.S.M. para pista de dos carriles: $A \geq a \cdot (0,5 + 1,5 \cdot n)$; Donde:

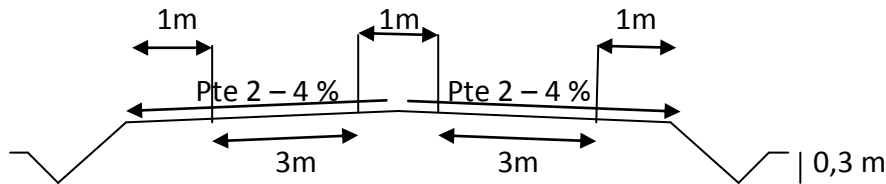
A= anchura total (m)

a= anchura vehículo más ancho (m)

n= nº carriles

Es decir, a izquierda y derecha de cada vehículo debe dejarse $0,5 \cdot a$ de margen de seguridad. En este caso la pista tiene una anchura mayor, 9 m.

Sección transversal:



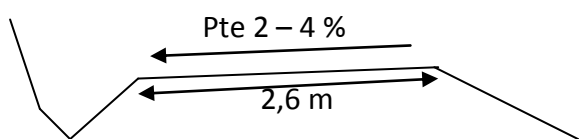
5. PISTAS PERIMETRALES Y DE ACCESO

La Colilla

Las pistas de acceso a los huecos de explotación de la antigua cantera de La Colilla están trazadas, únicamente hay que preparar la superficie y compactar la zahorra. El ancho mínimo de estas pistas será de 2,60 m. La pendiente transversal de las pistas será, donde sea necesario, del 2% hacia el interior de la misma, donde ya hay construidas cunetas de desagüe. Una sección transversal es:

$A = 2 \cdot a$ Donde:

a = anchura vehículo más ancho (m)



Gemuño

- PISTA DE ACCESO A LA ZONA DE EXPLOTACIÓN:

Anchura (basado en el R.G.N.B.S.M.) para pista de dos carriles:

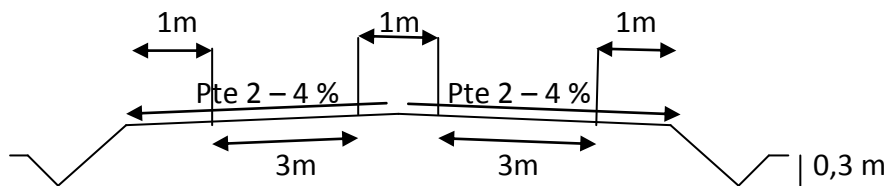
$A = a \cdot (0,5 + 1,5 \cdot n)$; Donde:

A = anchura total (m)

a = anchura vehículo más ancho (m)

n = nº carriles

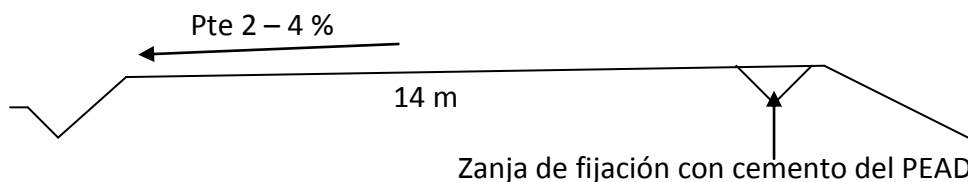
Es decir, a izquierda y derecha de cada vehículo debe dejarse $0,5 \cdot a$ de margen de seguridad, en este caso la anchura será mayor: $A=9$ m.



- PISTA PERIMETRAL:

$A = 2 \cdot a$ Donde:

a = anchura vehículo más ancho (m)



SOBREANCHO EN LAS CURVAS:

Los volquetes ocupan en las curvas una anchura mayor que en las rectas, ya que sus ruedas traseras no siguen exactamente la trayectoria de las delanteras debido a la rigidez del chasis y a la no dirección de aquellas. Por ello es necesario diseñar un sobreancho, función del radio de la curva, y de la longitud del camión. La expresión utilizada para calcular dicho sobreancho es la denominada expresión de Voshell.

- La Colilla:

Se realiza un sobreancho en las curvas indicadas en el Documento Nº2 Planos mediante terraplenado o desmonte según sea necesario, calculado mediante la siguiente expresión:

$$f = 2 \cdot \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) \cdot \frac{5,8}{\sqrt{R}}$$

Donde:

f = sobreancho (m)

R = radio de la curva (m)

L = distancia entre ejes del volquete

1ª Curva:

$$f = 2 \cdot \left(20 - \sqrt{20^2 - 6^2} \right) \cdot \frac{5,8}{\sqrt{20}} = 2,40 \text{ m}$$

2ª Curva:

$$f = 2 \cdot \left(16 - \sqrt{16^2 - 6^2} \right) \cdot \frac{5,8}{\sqrt{16}} = 3,40 \text{ m}$$

3ª Curva:

$$f = 2 \cdot \left(8 - \sqrt{8^2 - 6^2} \right) \cdot \frac{5,8}{\sqrt{8}} = 11,11 \text{ m}$$

El volumen de terraplenado para la construcción de estos sobreeanchos es:

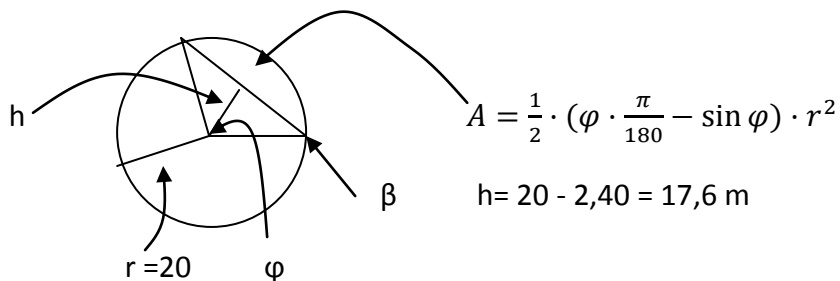
1ª Curva:



2,40 m

El volumen de terraplenado es aproximadamente:

Área de un segmento circular:



Tª del Seno: $\frac{\sin 90^\circ}{20} = \frac{\sin \beta}{17,6}$; $\sin \beta = \frac{17,6}{20} = 0,88$; $\beta = \sin^{-1}(0,88) = 61,64^\circ$

Luego: $\varphi/2 = 180 - (90 + 61,64) = 28,36^\circ$; $\varphi = 28,36 \cdot 2 = 56,72^\circ$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180} - \sin \varphi \right) \cdot r^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(56,72 \cdot \frac{\pi}{180} - \sin 56,72 \right) \cdot 20^2 = 30,79 \text{ m}^2$$

La altura media de terraplén es 0,6 m, luego el volumen:

$$\text{Volumen} = 30,79 \cdot 0,6 = \mathbf{18,47 \text{ m}^3}$$

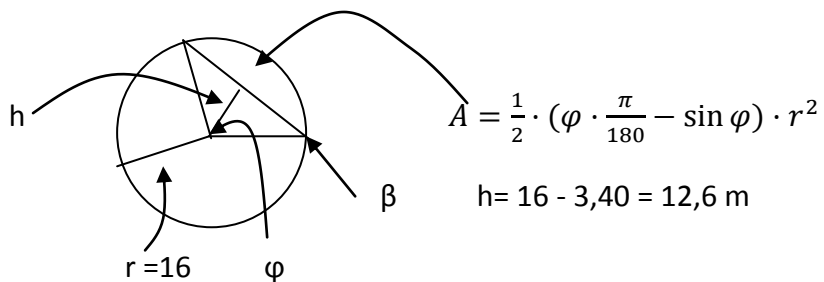
2ª Curva:



3,40 m

El volumen de terraplenado es aproximadamente:

Área de un segmento circular:



$$T^a \text{ del Seno: } \frac{\sin 90^\circ}{16} = \frac{\sin \beta}{12,6} ; \sin \beta = \frac{12,6}{16} = 0,79 ; \beta = \sin^{-1}(0,79) = 52,19^\circ$$

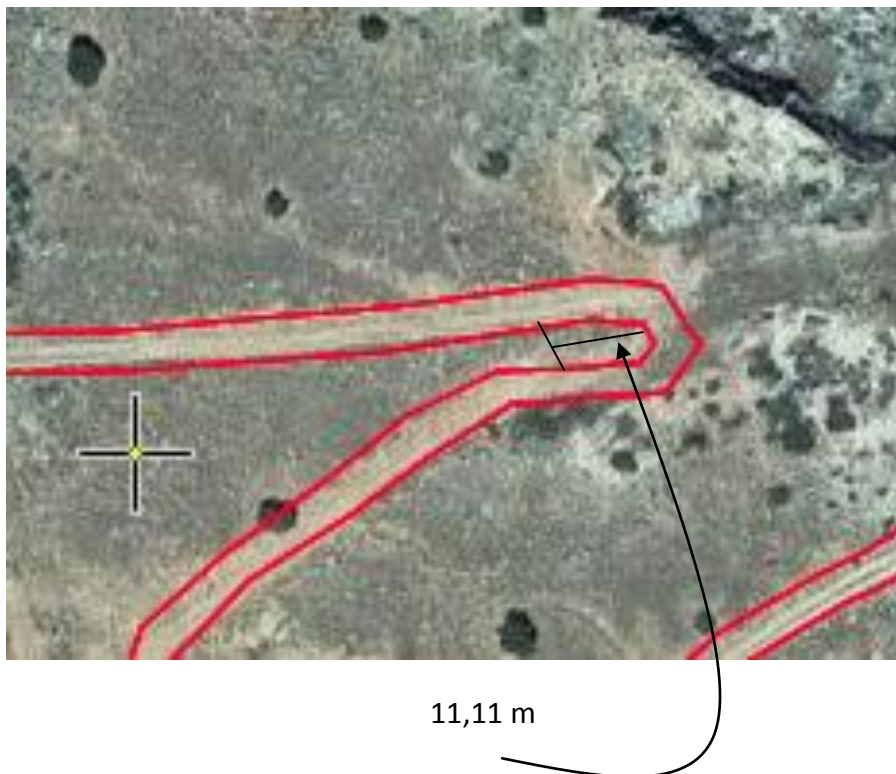
$$\text{Luego: } \varphi/2 = 180 - (90 + 52,19) = 37,81^\circ ; \varphi = 37,81 \cdot 2 = 75,62^\circ$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180} - \sin \varphi \right) \cdot r^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(75,62 \cdot \frac{\pi}{180} - \sin 75,62 \right) \cdot 16^2 = 44,95 \text{ m}^2$$

La altura media de terraplén es 0,8 m, luego el volumen:

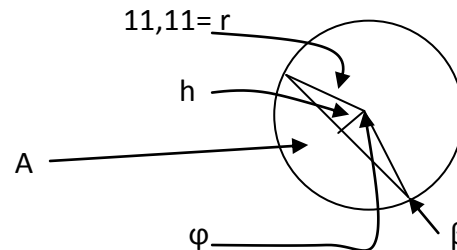
$$\text{Volumen} = 44,95 \cdot 0,8 = \mathbf{35,96 \text{ m}^3}$$

3ª Curva:



El volumen de terraplenado es aproximadamente:

Área de un segmento circular:



$$A = \frac{1}{2} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180} - \sin \varphi \right) \cdot r^2$$

$$h = 11,11 - 8 = 3,11 \text{ m}$$

$$\text{Tª del Seno: } \frac{\sin 90^\circ}{11,11} = \frac{\sin \beta}{3,11} ; \sin \beta = \frac{3,11}{11,11} = 0,28 ; \beta = \sin^{-1}(0,28) = 16,26^\circ$$

$$\text{Luego: } \varphi/2 = 180 - (90 + 16,26) = 73,74^\circ ; \varphi = 73,74 \cdot 2 = 147,48^\circ$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \left(\varphi \cdot \frac{\pi}{180} - \sin \varphi \right) \cdot r^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(147,48 \cdot \frac{\pi}{180} - \sin 147,48 \right) \cdot 8^2 = 65,17 \text{ m}^2$$

El área de terraplenado es el complementario del que se ha hallado, luego:

$$A = \pi \cdot r^2 - (65,17) = \pi \cdot 8^2 - (65,17) = 135,89 \text{ m}^2$$

La altura media de terraplen es 1,4 m, luego el volumen es:

$$\text{Volumen} = 135,89 \cdot 1,4 = \mathbf{190,25 \text{ m}^3}$$

- Gemuño:

No es necesario un sobreancho en las curvas pues las pistas tienen anchura suficiente y las curvas son de gran radio. Las curvas con menor radio son las siguientes, para las que se calcula el sobreancho correspondiente:

$$f = 2 \cdot \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) \cdot \frac{5,8}{\sqrt{R}}$$

$$R = 22,4 \text{ m} ; f = 3,26 \text{ m}; \text{ como } A_{\text{mín}} = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ m}$$

$$5 + 3,26 \text{ m} = 8,36 \text{ m} < 14 \text{ m} \quad \text{CUMPLE}$$

$$R = 14,6 \text{ m} ; f = 6,48 \text{ m}; \text{ como } A_{\text{min}} = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ m}$$

$$5 + 6,48 = 11,48 \text{ m} < 14 \text{ m} \quad \text{CUMPLE}$$

APARTADEROS

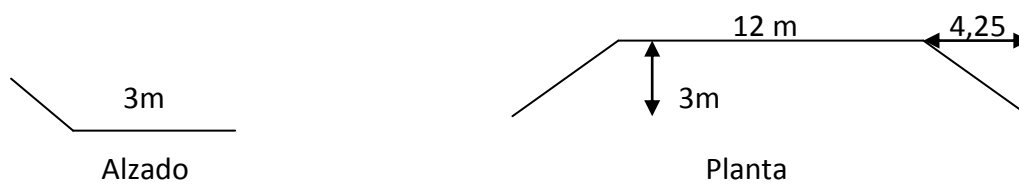
- La Colilla:

Puesto que la pista de acceso es de un solo carril, se construirán apartaderos de las siguientes dimensiones.

1º Apartadero: Desmonte



Se ubicará en la zona señalada, cuyos croquis (no a escala) se muestran a continuación:





20,5 m

Volumen de desmonte:

$$\text{Área} = 12 \cdot 3 + 4,25 \cdot 3 = 48,75 \text{ m}^2$$

Profundidad media de desmonte: 0,4 m

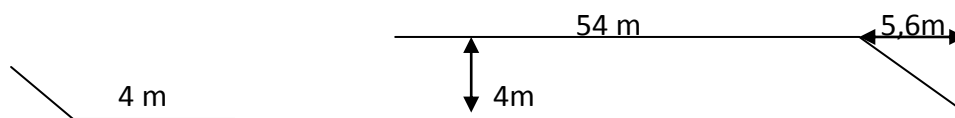
Volumen aproximado de desmonte:

$$48,75 \cdot 0,4 = \mathbf{19,5 \text{ m}^3}$$

2º Apartadero: Desmonte. En este caso además de permitir la retirada de un vehículo para permitir el paso de otro, se desmonta este punto para permitir la visibilidad de toda la pista desde ambos lados del apartadero a una distancia suficiente para que los conductores tengan tiempo de reaccionar.



Se ubicará en la zona señalada, cuyos croquis (no a escala) se muestran a continuación:



El desmonte se realizará en suelo flojo con bloques graníticos < 1m, y restos de fragmentos de granito de la otrera actividad extractiva.





Volumen de desmonte:

$$\text{Area aproximada} = [(54 \cdot 4)/2] + 5,6 \cdot 4 = 130,4 \text{ m}^2$$

Profundidad media aproximada de desmonte: 1,5 m

Volumen aproximado de desmonte:

$$130,4 \cdot 1,5 = \mathbf{195,6 \text{ m}^3}$$

El volumen total de terraplenado para construir los sobreanchos es:

$$18,47 + 35,96 + 190,25 = \mathbf{244,68 \text{ m}^3}$$

El volumen de desmonte para construir los apartaderos es:

$$19,5 + 195,6 = \mathbf{215,1 \text{ m}^3}$$

El balance T/D es $244,68/215,1 = 1,14$ un 14% más Terraplén, es decir: 29,6 m³ más de terraplén. El déficit de material para terraplenado se aportará de las excavaciones de otras unidades de obra.

6. RED DE DRENAJE

6.1. Balsa de Lixiviados

Para el dimensionamiento de la balsa de lixiviados se adoptará el criterio establecido en la norma UNE 104425. La expresión para su cálculo es:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

Por tanto:

La Colilla

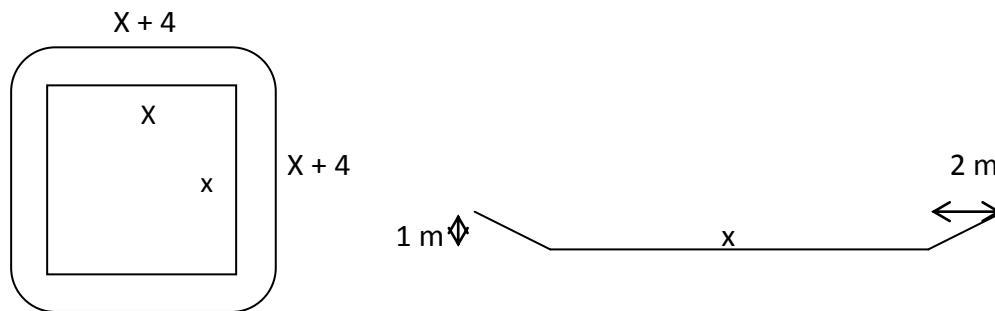
$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 1658,2 \text{ m}^2$$

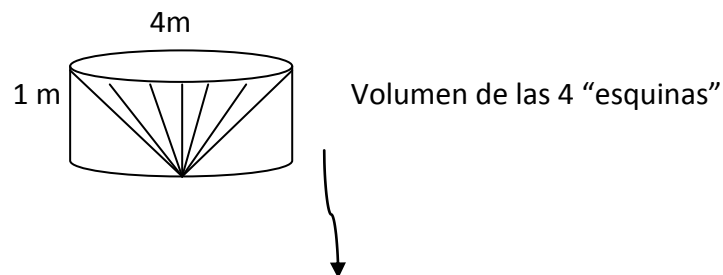
$$\text{Luego:} \quad V_{lix} = 50 \cdot 1658,2 = 82.910 \text{ l} = \mathbf{82,9 \text{ m}^3}$$

Exigimos a la balsa que sea de planta cuadrada, que tenga una profundidad de 1 m (pues a mayor profundidad hay granito), taludes 2H/1V, y una capacidad de 82,9 m³.

Luego:



Volumen de la balsa: (mismo procedimiento de cálculo que en el vaso de vertido B)



$$(x^2 \cdot 1) + 2 \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1 \cdot x \right) \right] + \frac{1}{2} \cdot [(\pi \cdot 2^2) \cdot 1] = 82,9 \text{ m}^3$$

$$x^2 + 4x + \frac{1}{2}\pi \cdot 2^2 - 82,9 = 0 ; \text{ resolviendo:}$$

$$X1 = -10,98 \text{ m} \quad X2 = 6,98 \text{ m}$$

Para mayor seguridad, se va a dar al lado X una longitud de 10 m, con lo que la capacidad total de la balsa será de cerca de 150 m^3

$$x = 10 \text{ m}$$

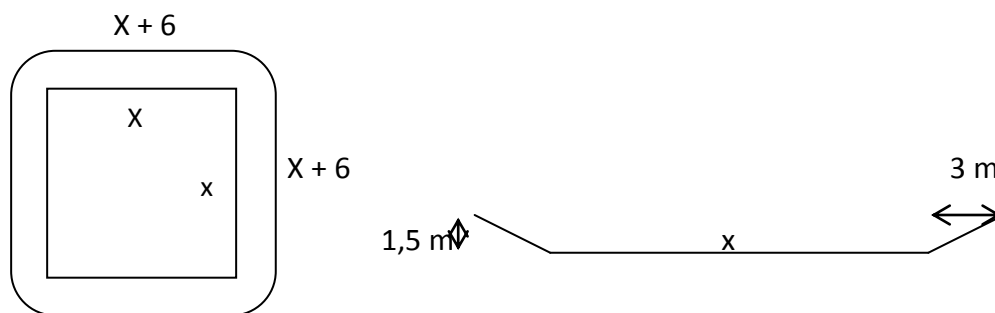
Gemuño

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

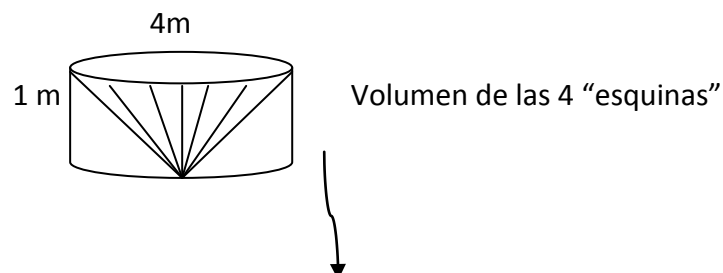
$$S_{max} = 29.501,2 \text{ m}^2$$

Luego: $V_{lix} = 50 \cdot 29.501,2 = 1475059,5 \text{ l} = \mathbf{1475,06 \text{ m}^3}$

Exigimos a la balsa que sea de planta cuadrada, que tenga una profundidad de 1,5 m, taludes 2H/1V, y una capacidad de 1.475,06 m³. Luego:



Volumen de la balsa: (mismo procedimiento de cálculo que en el vaso de vertido B)



$$(x^2 \cdot 1,5) + 2 \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot x \right) \right] + \frac{1}{2} \cdot [(\pi \cdot 3^2) \cdot 1,5] = 1.475,06 \text{ m}^3$$

$$1,5x^2 + 9x + \frac{1}{2}\pi \cdot 3^2 - 1475,06 = 0 ; \text{ resolviendo:}$$

$$X1 = \cancel{-34,35} \text{ m} \quad X2 = 28,35 \text{ m}$$

Luego $x = \mathbf{28,5 \text{ m}}$

6.2. CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDA

El cálculo de los caudales máximos de avenida se muestra en el Anexo 6 Hidrología e Hidrogeología.

6.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍAS DE DRENAJE

A continuación se dimensionarán las tuberías de la red de drenaje. La ubicación de las tuberías se detalla en el Documento Nº2 Planos.

La Colilla

- Vaso de vertido nº1

Caudal máximo de avenida: $Q = 0,0137 \text{ m}^3/\text{s}$

Ley de Darcy: $Q = K \cdot i \cdot A$

Donde:

Q = caudal (m^3/s)

K = Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional) ($\frac{\Delta h}{\Delta L}$)

A = sección transversal al flujo (m^2)

K grava 20 – 40 mm= 0,08 m/s

Vamos a instalar tubería ranurada de PEAD de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 198,2 \text{ mm}$ que es más diámetro de lo que se necesitaría por el caudal máximo de avenida, pero vamos a utilizar tuberías de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ porque son las que utilizaremos en la captación del biogás y el hecho de utilizar la misma tubería para ambas cosas facilita el trabajo y mejora la logística, y el ahorro respecto a tubería de menor diámetro no es significativo.

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería, el vaso de vertido tiene una pendiente transversal del 2% hacia el centro será:

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 74 \text{ m}] = 0,0737 \text{ m}^3/\text{s} > 0,0137 \text{ m}^3/\text{s}$$

En relación al caudal transmitido por las gravas a la tubería, CUMPLE.

Veamos si cumple el caudal capaz de evacuar la tubería:

Fórmula de Maning:

$$Q = A \cdot V$$

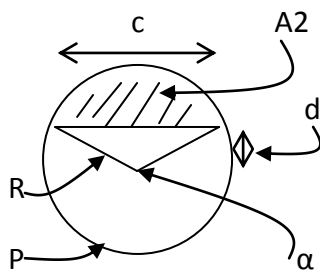
$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad \text{Donde:}$$

V = Velocidad del flujo de agua (m/s)

K= Parámetro que depende de la rugosidad de la superficie; 120 (para PEAD)

J= Pendiente en el eje longitudinal de la tubería

R= Radio hidráulico



$$d = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad ; \quad c = R \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos \alpha}$$

$$Rh = \frac{A}{P} \quad ; \quad Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)$$

En caso de trabajar a sección llena:

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4} = r \cdot 0,5 \quad A = \text{área mojada (m}^2\text{)}$$

P= perímetro mojado (m)

Vamos a exigir de partida que la tubería trabaje como máximo al 75% de su sección (lamina libre): El máximo caudal se obtiene con Rh máximo, que es un 7,5% mayor que el Q a sección llena. El Q máximo, a igualdad de otros factores, se obtiene cuando se hace mínima la expresión $\sin \alpha / \alpha$, α se obtiene resolviendo $\text{tg } \alpha = \alpha$; La primera solución es la correcta en este calculo y su valor es $\alpha = 4,4934 \text{ rad} = 257,45^\circ$; y $\sin \alpha / \alpha = -0,2172$.

Por lo tanto:

$$Rh \text{ máx} = r \cdot 0,6086 \text{ (en sección circular)}$$

Luego:

$$\frac{A_2}{At} = 0,25 \quad ; \quad At = \pi \cdot 0,0991^2 = 0,031 \text{ m}^2 \quad ; \quad A_2 = 0,25 \cdot 0,031 = 7,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot \alpha \cdot 0,0991^2}{360} - \left[\frac{1}{2} \cdot (R \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos \alpha}) \cdot (R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}) \right] = 7,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ Luego:}$$

$$\alpha = 132,39^\circ ;$$

Luego:

$$Rh = \frac{0,0991}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin 132,39}{132,39} \right) = 0,0337$$

Sustituyendo:

$$V = 120 \cdot (0,0337)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 1,77 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima recomendable del flujo de agua en tubería de PEAD para evitar erosiones por las partículas en suspensión es 3 m/s. $1,77 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ CUMPLE

$$Q = A \cdot V = 0,75 \cdot At \cdot V = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} > 0,0137 \text{ m}^3/\text{s} \text{ CUMPLE}$$

- Vaso de vertido nº2

$$\text{Caudal máximo de avenida: } Q = 6,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ley de Darcy: } Q = K \cdot i \cdot A$$

Donde:

Q = caudal (m^3/s)

K = Conductividad hidráulica (a $20^\circ C$) (m/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional) ($\frac{\Delta h}{\Delta L}$)

A = sección transversal al flujo (m^2)

K grava 20 – 40 mm= 0,08 m/s

Vamos a instalar tubería ranurada de PEAD de $\phi_{ext} 225$ mm $\phi_{int} 198,2$ mm que es más diámetro de lo que se necesitaría por el caudal máximo de avenida, pero vamos a utilizar tuberías de $\phi_{ext} 225$ mm porque son las que utilizaremos en la captación del biogás y el hecho de utilizar la misma tubería para ambas cosas facilita el trabajo y mejora la logística, y el ahorro respecto a tubería de menor diámetro no es significativo.

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería, el vaso de vertido tiene una pendiente transversal del 2% hacia el centro será:

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 31 \text{ m}] = 0,031 \text{ m}^3/\text{s} > 6,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

En relación al caudal transmitido por las gravas a la tubería, CUMPLE.

Veamos si cumple el caudal que es capaz de evacuar la tubería:

Fórmula de Maning: Análogamente al Vaso de vertido N°1, se tiene:

$$V = 120 \cdot (0,0337)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 1,77 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima recomendable del flujo de agua en tubería de PEAD para evitar erosiones por las partículas en suspensión es 3 m/s. $1,77 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ CUMPLE

$$Q = A \cdot V = 0,75 \cdot A \cdot V = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} > 6,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \text{ CUMPLE}$$

- Vaso de vertido nº3

Caudal máximo de avenida: $Q = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$

Ley de Darcy: $Q = K \cdot i \cdot A$

Donde:

Q = caudal (m^3/s)

K = Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional) ($\frac{\Delta h}{\Delta L}$)

A = sección transversal al flujo (m^2)

K grava 20 – 40 mm = $0,08 \text{ m/s}$

Vamos a instalar tubería ranurada de PEAD de $\phi_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ $\phi_{\text{int}} 198,2 \text{ mm}$ que es más diámetro de lo que se necesitaría por el caudal máximo de avenida, pero vamos a utilizar tuberías de $\phi_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ porque son las que utilizaremos en la captación del biogás y el hecho de utilizar la misma tubería para ambas cosas facilita el trabajo y mejora la logística, y el ahorro respecto a tubería de menor diámetro no es significativo.

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería, el vaso de vertido tiene una pendiente transversal del 2% hacia el centro será (hay dos tuberías):

1)

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 24 \text{ m}] = 0,024 \text{ m}^3/\text{s}$$

2)

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 30 \text{ m}] = 0,030 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,024 \text{ m}^3/\text{s} + 0,030 \text{ m}^3/\text{s} = 0,054 \text{ m}^3/\text{s} > 0,021 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{CUMPLE}$$

En relación al caudal transmitido por las gravas a la tubería, CUMPLE.

Veamos si cumple el caudal que es capaz de evacuar la tubería:

Fórmula de Maning: Análogamente al Vaso de vertido Nº1, se tiene:

$$V = 120 \cdot (0,0337)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 1,77 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima recomendable del flujo de agua en tubería de PEAD para evitar erosiones por las partículas en suspensión es 3 m/s. $1,77 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ CUMPLE

$$Q = A \cdot V = 0,75 \cdot A \cdot V = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} \text{ Cada tubería}$$

$$0,041 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 2 = 0,082 \text{ m}^3/\text{s} > 0,021 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{CUMPLE}$$

- Vaso de vertido nº4

$$\text{Caudal máximo de avenida: } Q = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ley de Darcy: } Q = K \cdot i \cdot A$$

Donde:

$$Q = \text{caudal (m}^3/\text{s)}$$

$$K = \text{Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)}$$

$$i = \text{gradiente hidráulico (adimensional) } \left(\frac{\Delta h}{\Delta L} \right)$$

$$A = \text{sección transversal al flujo (m}^2\text{)}$$

$$K \text{ grava 20 – 40 mm} = 0,08 \text{ m/s}$$

Vamos a instalar tubería ranurada de PEAD de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 198,2 \text{ mm}$ que es más diámetro de lo que se necesitaría por el caudal máximo de avenida, pero vamos a utilizar tuberías de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ porque son las que utilizaremos en la captación del biogás y el hecho de utilizar la misma tubería para ambas cosas facilita el trabajo y

mejora la logística, y el ahorro respecto a tubería de menor diámetro no es significativo.

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería, el vaso de vertido tiene una pendiente transversal del 2% hacia el centro será:

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 48 \text{ m}] = 0,048 \text{ m}^3/\text{s} > 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

En relación al caudal transmitido por las gravas a la tubería, CUMPLE.

Veamos si cumple el caudal transmitido por la tubería:

Fórmula de Maning: Análogamente al Vaso de vertido N°4, se tiene:

$$V = 120 \cdot (0,0337)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 1,77 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima recomendable del flujo de agua en tubería de PEAD para evitar erosiones por las partículas en suspensión es 3 m/s. $1,77 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ CUMPLE

$$Q = A \cdot V = 0,75 \cdot A_t \cdot V = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} > 0,020 \text{ m}^3/\text{s} \text{ CUMPLE}$$

- Vaso de vertido n°5

$$\text{Caudal máximo de avenida: } Q = 3,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ley de Darcy: } Q = K \cdot i \cdot A$$

Donde:

Q= caudal (m^3/s)

K = Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)

i= gradiente hidráulico (adimensional) ($\frac{\Delta h}{\Delta L}$)

A= sección transversal al flujo (m^2)

K grava 20 – 40 mm= 0,08 m/s

Vamos a instalar tubería ranurada de PEAD de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 198,2 \text{ mm}$ que es más diámetro de lo que se necesitaría por el caudal máximo de avenida, pero vamos a utilizar tuberías de $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ porque son las que utilizaremos en la captación del biogás y el hecho de utilizar la misma tubería para ambas cosas facilita el trabajo y mejora la logística, y el ahorro respecto a tubería de menor diámetro no es significativo.

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería, el vaso de vertido tiene una pendiente transversal del 2% hacia el centro será:

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,08 \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \text{ m}) \cdot 18 \text{ m}] = 0,018 \text{ m}^3/\text{s} > 3,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

En relación al caudal transmitido por las gravas a la tubería, CUMPLE.

Veamos si cumple el caudal que es capaz de evacuar la tubería:

Fórmula de Maning: Análogamente al Vaso de vertido N°5, se tiene:

$$V = 120 \cdot (0,0337)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,02)^{\frac{1}{2}} = 1,77 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima recomendable del flujo de agua en tubería de PEAD para evitar erosiones por las partículas en suspensión es 3 m/s. $1,77 \text{ m/s} < 3 \text{ m/s}$ CUMPLE

$$Q = A \cdot V = 0,75 \cdot A_t \cdot V = 0,041 \text{ m}^3/\text{s} > 3,78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \text{ CUMPLE}$$

Verificamos que la velocidad de flujo del agua esté dentro de límites aceptables.

- Empíricamente se ha comprobado que en PEAD la velocidad del agua debe ser menor a 3 m/s pues de lo contrario, los arrastres (arenas 0,05 - 3 mm) provocan una elevada erosión.

Bajo ninguna circunstancia y en ningún momento la velocidad de flujo del agua excederá 3 m/s, por lo que no habrá una erosión problemática en la tubería de PEAD.

Gemuño

Caudal máximo de avenida: $Q = 0,38973 \text{ m}^3/\text{s}$ (ver Anexo nº6 Hidrología)

En este caso se dispondrá una red de drenaje en forma de “espina de pez”, con tres diámetros diferentes de tubería (Ver Documento Nº2 Planos), a las que llamaremos “Zanjas laterales”, “Zanja central longitudinal” y “Zanja transversal inferior”. Los diámetros de las tuberías de PEAD ranurado elegidos son:

- Zanjas laterales: $\varnothing_{\text{ext}} 225 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 198,2 \text{ mm}$ (pared 13,4 mm)
- Zanja central longitudinal: $\varnothing_{\text{ext}} 280 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 246,8 \text{ mm}$ (pared 16,6 mm)
- Zanja transversal inferior: $\varnothing_{\text{ext}} 355 \text{ mm}$ $\varnothing_{\text{int}} 312,8 \text{ mm}$ (pared 21,1 mm)

ZANJA TRANSVERSAL INFERIOR

$\varnothing_{\text{int}} 312,8 \text{ mm}$

Ley de Darcy: $Q = K \cdot i \cdot A$

Donde:

Q = caudal (m^3/s)

K = Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional) ($\frac{\Delta h}{\Delta L}$)

A = sección perpendicular al flujo (m^2) (en este caso, superficie interna de la tubería, la pared de ésta se considera con la misma conductividad que las gravas)

K grava 20 – 40 mm= 0,1 m/s

El flujo de agua a través de las gravas en dirección perpendicular a la tubería tiene un gradiente de $\frac{3,91 \text{ m}}{195,4 \text{ m}} = 0,02$ pues el vaso de vertido tiene una pendiente del 2% hacia el lado inferior del fondo del vaso:

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,1 \text{ m/s} \cdot \frac{3,91 \text{ m}}{195,4 \text{ m}} \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,1564 \text{ m}) \cdot 84 \text{ m}] = 0,1652 \text{ m}^3/\text{s}$$

Veamos el caudal transmitido por la tubería:

Longitud de la traza= 42 m (cada tubería a ambos lados de la arqueta)

Desnivel= 0,20 m

Pendiente = $\frac{0,20 \text{ m}}{42 \text{ m}} = 4,762 \cdot 10^{-3}$ (se excavará la zanja de modo que tenga esa pendiente).

Fórmula de Manning:

$$Q = A \cdot V$$

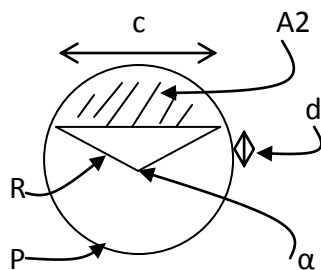
$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad \text{Donde:}$$

V = Velocidad del flujo de agua (m/s)

K= Parámetro que depende de la rugosidad de la superficie; 120 (para PEAD)

J= Pendiente en el eje longitudinal de la tubería

R= Radio hidráulico



$$d = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad ; \quad c = R \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos \alpha}$$

$$Rh = \frac{A}{P} \quad ; \quad Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha}\right)$$

En caso de trabajar a sección llena:

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4} = r \cdot 0,5 \quad A = \text{área mojada (m}^2\text{)}$$

P = perímetro mojado (m)

El máximo caudal se obtiene con Rh máximo, que es un 7,5% mayor que el Q a sección llena. El Q máximo, a igualdad de otros factores, se obtiene cuando se hace mínima la expresión $\sin \alpha / \alpha$, α se obtiene resolviendo $\tan \alpha = \alpha$; La primera solución es la correcta en este cálculo y su valor es $\alpha = 4,4934 \text{ rad} = 257,45^\circ$; y $\sin \alpha / \alpha = -0,2172$. Por lo tanto:

$$Rh \text{ máx} = r \cdot 0,6086 \text{ (en sección circular)}$$

Podemos relacionar todos los conceptos anteriores mediante las ecuaciones de Chezy-Manning, para la velocidad V y el caudal Q :

$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad Q = K \cdot A \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Donde A = Área de la sección del canal

Para determinar el Rh calculamos el Q máximo (con Rh máximo) y vemos la relación del Q gravas:

$$V = K \cdot (Rh \text{ máx})^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = 120 \cdot (0,1564 \cdot 0,6086)^{\frac{2}{3}} \cdot (4,76 \cdot 10^{-3})^{\frac{1}{2}} = 1,730 \text{ m/s}$$

$$Q(\text{dos tramos de tubería}) = 2 \cdot K \cdot A \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = 0,2654 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0,1652 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Luego el Q limitante es el transmitido por las gravas.

Como Q tubería $>$ Q gravas, entonces, el caudal máximo que va a llevar la tubería (entre los dos tramos de 42 metros) es el caudal que le transmiten las gravas, es decir:

$$Q = 0,1652 \text{ m}^3/\text{s}$$

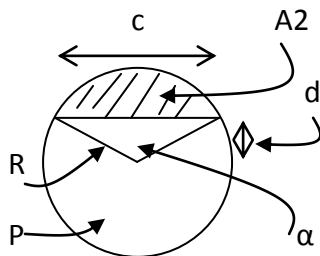
Por tanto:

$$Q = A \cdot V ; \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0,08260}{\pi \cdot 0,1564^2} = 1,075 \text{ m/s}$$

Q individual en cada tramo de 42 m

$$V = 120 \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot (4,76 \cdot 10^{-3})^{\frac{1}{2}} = 1,075 \text{ m/s} ;$$

$$((Rh)^{\frac{2}{3}})^{3/2} = \left(\frac{1,075}{120 \cdot (4,76 \cdot 10^{-3})^{\frac{1}{2}}} \right)^{3/2} = 0,04677$$



Luego:

$$Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right) = \frac{0,1564}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right) = 0,04677$$

Resolviendo:

$$\alpha = 121,53^\circ$$

Por tanto:

$$A2 = \frac{\pi \cdot 121,53^\circ \cdot 0,1564^2}{360} - \left[\frac{1}{2} \cdot \left(0,1564 \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos 121,53} \right) \cdot \left(0,1564 \cdot \cos \frac{121,53}{2} \right) \right] = 0,0155 \text{ m}^2$$

$$At = \pi \cdot 0,1564^2$$

$$\frac{A2}{At} = \frac{0,0155}{\pi \cdot 0,1564^2} = 0,2017 \rightarrow 20,2\%$$

$$\text{Luego Área mojada: } A = \pi \cdot 0,1564^2 \cdot 0,8 = 0,0612 \text{ m}^2$$

El caudal de referencia en la tubería transversal inferior será:

$$Q = 0,1652 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

ZANJAS LATERALES:

Øint 198,2 mm

Ley de Darcy: $Q = K \cdot i \cdot A$

Donde:

Q= caudal (m³/s)

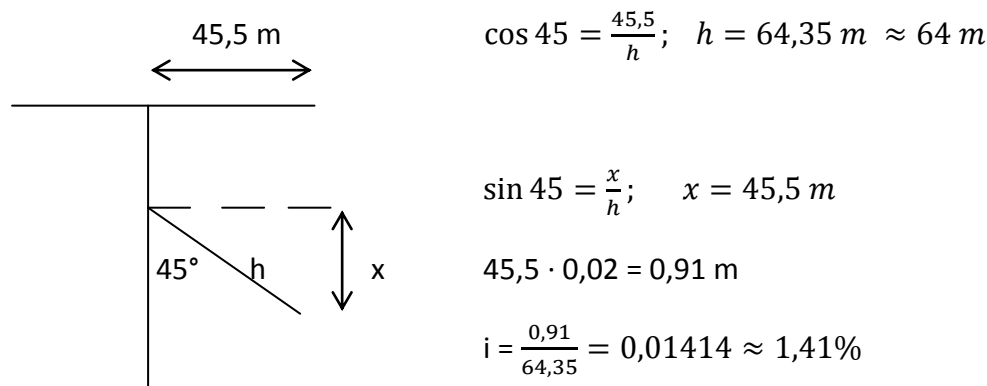
K = Conductividad hidráulica (a 20°C) (m/s)

i= gradiente hidráulico (adimensional) $\left(\frac{\Delta h}{\Delta L} \right)$

A= sección perpendicular al flujo (m²) (en este caso, superficie interna de la tubería, la pared de ésta se considera con la misma conductividad que las gravas)

K grava 20 – 40 mm= 0,1 m/s

Puesto que las tuberías están dispuestas oblicuamente al eje longitudinal del vaso, el gradiente hidráulico (pendiente perpendicularmente a la superficie de la tubería) es:



Que es igual a la pendiente longitudinal de la tubería por estar dispuesta a 45° de la línea de máxima pendiente del vaso.

$$Q = K \cdot i \cdot A = 0,1 \, m/s \cdot \frac{0,91 \, m}{64,35 \, m} \cdot [(2 \cdot \pi \cdot 0,0991 \, m) \cdot 64 \, m] = 0,0564 \, m^3/s$$

Veamos el caudal transmitido por la tubería:

Longitud de la traza = 64 m (cada tubería a ambos lados de la arqueta)

Desnivel = 0,91 m

$$\text{Pendiente} = \frac{0,91 \, m}{64,35 \, m}$$

Fórmula de Manning:

$$Q = A \cdot V$$

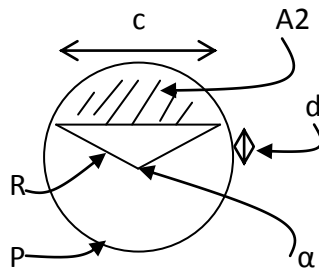
$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad \text{Donde:}$$

V = Velocidad del flujo de agua (m/s)

K= Parámetro que depende de la rugosidad de la superficie; 120 (para Pead)

J= Pendiente en el eje longitudinal de la tubería

R= Radio hidráulico



$$d = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad ; \quad c = R \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos \alpha}$$

$$Rh = \frac{A}{P} \quad ; \quad Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$$

En caso de trabajar a sección llena:

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4} = r \cdot 0,5 \quad A = \text{área mojada (m}^2\text{)}$$

P = perímetro mojado (m)

El máximo caudal se obtiene con Rh máximo, que es un 7,5% mayor que el Q a sección llena. El Q máximo, a igualdad de otros factores, se obtiene cuando se hace mínima la expresión $\sin \alpha / \alpha$, α se obtiene resolviendo $\tan \alpha = \alpha$; La primera solución es la correcta en este cálculo y su valor es $\alpha = 4,4934 \text{ rad} = 257,45^\circ$; y $\sin \alpha / \alpha = -0,2172$. Por lo tanto:

$$Rh \text{ máx} = r \cdot 0,6086 \text{ (en sección circular)}$$

Podemos relacionar todos los conceptos anteriores mediante las ecuaciones de Chezy-Manning, para la velocidad V y el caudal Q:

$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad Q = K \cdot A \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Donde A = Área de la sección del canal

Para determinar el Rh calculamos el Q máximo (con Rh máximo) y vemos la relación del Q gravas:

$$V = K \cdot (Rh \text{ máx})^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = 120 \cdot (0,0991 \cdot 0,6086)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,014)^{\frac{1}{2}} = 2,184 \text{ m/s}$$

$$Q = K \cdot A \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = A \cdot V = 0,0674 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0,0564 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Luego el Q limitante es el transmitido por las gravas.

Como $Q_{\text{tubería}} > Q_{\text{gravas}}$, entonces, el caudal máximo que va a llevar la tubería es el caudal que le transmiten las gravas, es decir:

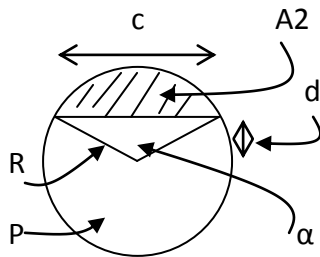
$$Q = 0,0564 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por tanto:

$$Q = A \cdot V ; \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0564}{\pi \cdot 0,0991^2} = 1,828 \text{ m/s}$$

$$V = 120 \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,014)^{\frac{1}{2}} = 1,828 \text{ m/s} ;$$

$$((Rh)^{\frac{2}{3}})^{3/2} = \left(\frac{1,828}{120 \cdot (0,014)^{\frac{1}{2}}} \right)^{3/2} = 0,0462$$



Luego:

$$Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\alpha} \right) = \frac{0,0991}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\text{sen } \alpha}{\alpha} \right) = 0,0462$$

Resolviendo:

$$\alpha = 168,5^\circ$$

Por tanto:

$$A2 = \frac{\pi \cdot 168,5^\circ \cdot 0,0991^2}{360} - \left[\frac{1}{2} \cdot \left(0,0991 \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos 168,5} \right) \cdot \left(0,0991 \cdot \cos \frac{168,5}{2} \right) \right] = 0,01346 \text{ m}^2$$

$$At = \pi \cdot 0,0991^2$$

$$\frac{A_2}{At} = \frac{0,01346}{\pi \cdot 0,0991^2} = 0,434 \rightarrow 43,4\%$$

$$\text{Luego Área mojada: } A = \pi \cdot 0,0991^2 \cdot (1 - 0,434) = 0,0174 \text{ m}^2$$

La tubería trabajaría al 56,6% de su sección.

El caudal de referencia en la tubería lateral será:

$$Q = 0,0564 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Sabiendo el caudal que evacúan las tuberías laterales de la “espina de pez” y la zanja transversal del fondo del vaso, puedo calcular a qué distancia entre sí, deben colocarse las zanjas laterales de la espina de pez. Lo calcularemos mediante la fórmula racional corregida establecida en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

Q = Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).

C = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).

I = Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)

A = Superficie de la cuenca (Km²)

Los datos son: (ver Anexo nº 6 Hidrología e Hidrogeología)

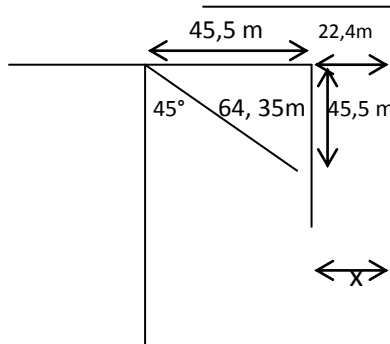
$$C = 0,7$$

$$I = 35,76 \text{ mm/h}$$

$$K = 1,9$$

Q = Caudal máximo que puede evacuar una tubería lateral de la “espina de pez” (limitado por las gravas) = 0,0564 m³/s

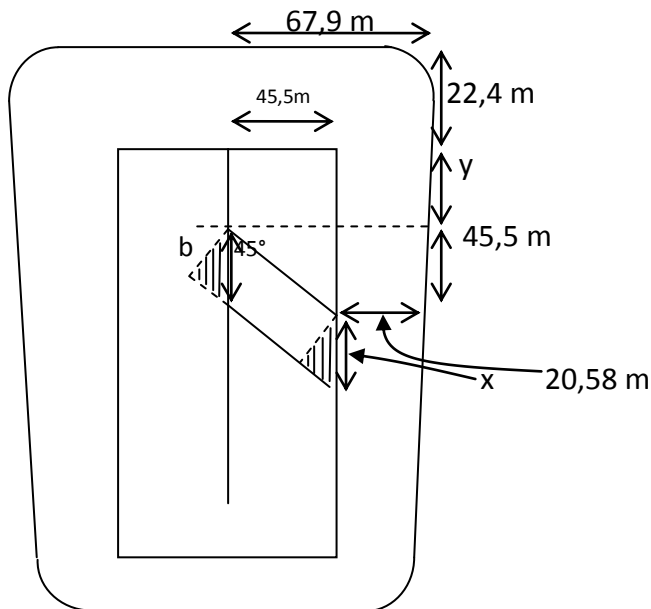
Nos ponemos en el supuesto más desfavorable:



$$\frac{22,4 \text{ m} - 14,6 \text{ m} (\Delta \text{ anchura talud})}{195,4 \text{ m} (\text{longitud talud})} = 0,03992 \text{ mt/ml}$$

$$0,03992 \frac{\text{mt}}{\text{ml}} \cdot 45,5 \text{ ml} = 1,8163 \text{ metros transvers.}$$

$$x = 22,4 \text{ mt} - 1,8163 \text{ mt} = 20,58 \text{ metros transversal}$$



Área que afecta a una zanja lateral de la espina de pez.

Luego:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,7 \cdot 35,76 \cdot A}{3,6} \cdot 1,9 = 0,0564 \text{ m}^3/\text{s}$$

Despejando:

$$A = 4,269 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 = 4.269,06 \text{ m}^2$$

En el último dibujo:

$$A = (20,58 \cdot x) + (64,35 \cdot b) \text{ m}^2; \quad x = \frac{b}{\cos 45}$$

$$A = 64,35 \cdot b + 28,58 \cdot \left(\frac{b}{\cos 45} \right) \text{ m}^2 = 64,35 \cdot b + 29,10 \cdot 10 = 93,45 \cdot b \text{ m}^2$$

$$4.269,06 \text{ m}^2 = (93,45 \cdot b) \text{ m}^2; \quad b = 45,68 \text{ m}; \quad x = \mathbf{64,60 \text{ m}}$$

Área que afecta a la zanja transversal del fondo del vaso (a cada lado de 42 m)

$Q_{\text{máximo}}$ limitado por las gravas = $0,1652 \text{ m}^3/\text{s}$ en los 84 m de longitud, luego en un tramo de 42 m será:

$$\frac{0,1652}{2} = 0,0826 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,7 \cdot 35,76 \cdot A}{3,6} \cdot 1,9 = 0,0826 \text{ m}^3/\text{s}$$

Despejando:

$$A = 6,252 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2 = 6.252,21 \text{ m}^2$$

En el último dibujo: $\frac{22,4+20,58}{2} = 21,49$

$$A = (45,5 \cdot 22,4) + \left(\frac{\pi \cdot 22,4^2}{4} \right) + (21,49 \cdot 45,5) + \left(\frac{1}{2} \cdot 45,5 \cdot 45,5 \right)$$

$$+ (0,8 \cdot 67,9) + (66,99 \cdot y) = 6.252,21 \text{ m}^2$$

$$\frac{22,4+20,58}{2} + 45,5 = 66,99$$

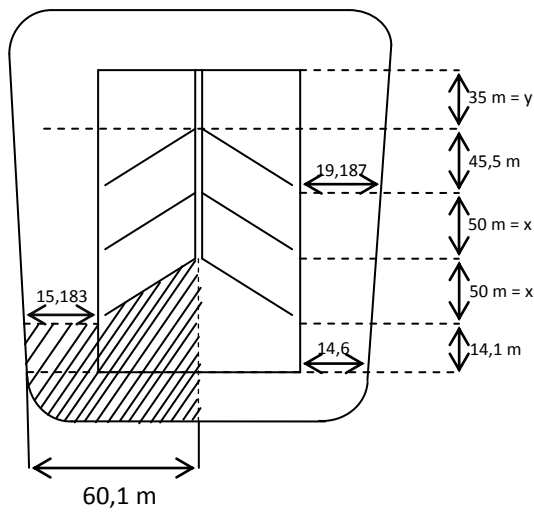
$$(66,99 \cdot y) \text{ m} = 2.771,69 \text{ m}^2; \quad y = \mathbf{41,37 \text{ m}}$$

Para tener un mayor factor de seguridad se determinarán las siguientes medidas:

$$x = \mathbf{50 \text{ m}} ; \quad y = \mathbf{35 \text{ m}}$$

* Vamos a dejar 0,8 m al fondo del vaso de vertido para la zanja transversal del fondo del vaso.

Luego un buen diseño sería:



$$\frac{22,4-14,6}{195,4} \cdot 14,1 = 0,5828 \text{ m}$$

$$14,6 + 0,5828 = 15,1828 \text{ m}$$

$$\frac{22,4-14,6}{195,4} \cdot (35 + 45,5) = 3,213 \text{ m}$$

$$22,4 - 3,213 = 19,187 \text{ m}$$

Área de la última tubería lateral de espina de pez (área sombreada):

$$A = \left(\frac{1}{2} \cdot 45,5 \cdot 45,5 \right) + (45,5 \cdot 14,1) + \left(\frac{15,183 + 14,6}{2} \cdot 14,1 \right) + (45,5 \cdot 14,6) + \left(\frac{\pi \cdot 14,6^2}{4} \right) = 2.718,36 \text{ m}^2$$

Aplicando la fórmula racional: $Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$

$$Q = \frac{0,7 \cdot 35,76 \cdot 2.718,36 \cdot 10^{-6}}{3,6} \cdot 1,9 = 0,03591 \text{ m}^3/\text{s} < 0,0564 \text{ m}^3/\text{s}$$

CUMPLE (el Q que es capaz de evacuar la tubería es mayor que el Q máximo que va a tener que desaguar debido a la superficie)

El caudal que recoge el colector central de la espina de pez es:

$$\begin{aligned} \text{Área} &= (114,1 \cdot 91) + 2 \cdot \left(\frac{14,6+19,187}{2} \cdot 114,1 \right) + (91 \cdot 14,6) + \left(\frac{\pi \cdot 14,6^2}{2} \right) + 2 \\ &\cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 45,5 \cdot 45,5 \right) = 17.971,88 \, m^2 \end{aligned}$$

$$Q = \frac{0,7 \cdot 35,76 \cdot 17.971,88 \cdot 10^{-6}}{3,6} \cdot 1,9 = 0,2374 \, m^3/s$$

(Este caudal es menor que el caudal que es capaz de evacuar una tubería de espina de pez multiplicado por seis, ya que la distancia entre éstas es menor de la que nos ha salido para tener un factor de seguridad mayor).

El caudal máximo que puede desaguar la tubería central es:

Zanja central longitudinal (Se colocarán dos tuberías paralelas según planos):

$\varnothing_{\text{int}} 246,8 \, \text{mm}$

En este caso la Ley de Darcy no tiene aplicación, pues las 2 tuberías van en la dirección de la línea de máxima pendiente del vaso de vertido, por lo que el gradiente hidráulico (i) es cero.

Veamos el caudal transmitido por una tubería:

Longitud de la traza = 135 m (cada tubería a ambos lados de la arqueta)

Desnivel = $135 \cdot 0,02 = 2,7 \, \text{m}$

Pendiente = 0,02 (2%)

Fórmula de Manning:

$$Q = A \cdot V$$

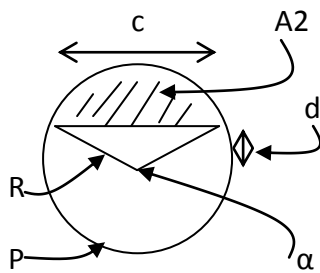
$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad \text{Donde:}$$

V = Velocidad del flujo de agua (m/s)

K= Parámetro que depende de la rugosidad de la superficie; 120 (para PEAD)

J= Pendiente en el eje longitudinal de la tubería

R= Radio hidráulico



$$d = R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad ; \quad c = R \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \cos \alpha}$$

$$Rh = \frac{A}{P} \quad ; \quad Rh = \frac{r}{2} \cdot \left(1 - \frac{360}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)$$

En caso de trabajar a sección llena:

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}{\pi \cdot D} = \frac{D}{4} = r \cdot 0,5 \quad A = \text{área mojada (m}^2\text{)}$$

P = perímetro mojado (m)

El máximo caudal se obtiene con Rh máximo, que es un 7,5% mayor que el Q a sección llena. El Q máximo, a igualdad de otros factores, se obtiene cuando se hace mínima la expresión $\sin \alpha / \alpha$, α se obtiene resolviendo $\tan \alpha = \alpha$; La primera solución es la correcta en este cálculo y su valor es $\alpha = 4,4934 \text{ rad} = 257,45^\circ$; y $\sin \alpha / \alpha = -0,2172$. Por lo tanto:

$$Rh \text{ máx} = r \cdot 0,6086 \text{ (en sección circular)}$$

Podemos relacionar todos los conceptos anteriores mediante las ecuaciones de Chezy-Manning, para la velocidad V y el caudal Q:

$$V = K \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} \quad Q = K \cdot A \cdot (Rh)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

Donde A = Área de la sección del canal

Veremos el caudal máximo que es capaz de evacuar (con Rh máximo)

$$V = 120 \cdot (0,1234 \cdot 0,6086)^{2/3} \cdot (0,02)^{1/2} = 3,02 \text{ m/s}$$

$$Q_{max} = A \cdot V = (0,1234^2 \cdot \pi) \cdot V = 0,1445 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,1445 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 2 = 0,289 \text{ m}^3/\text{s} > 0,2374 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo tanto CUMPLE.

El caudal máximo que va a evacuar será la mitad de $0,2374 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0,1187 \text{ m}^3/\text{s}$) y la velocidad de flujo del agua con este caudal será $V = 2,48 \text{ m/s}$.

Sedimentación de partículas en tuberías

Peso específico arena = $2,65 \text{ Kg/dm}^3$

\emptyset arenas = $0,05 - 3 \text{ mm}$

\emptyset_{medio} arenas = $1,525 \text{ mm}$

Las partículas serán arenas y materia orgánica en descomposición. Puesto que la densidad específica ($\rho_{específica}$) de las arenas es mayor que la densidad específica ($\rho_{específica}$) de la materia orgánica, entonces se calculará la velocidad crítica de sedimentación de las arenas que será mayor que la velocidad crítica de la materia orgánica.

La velocidad de autolimpieza o velocidad crítica de arrastre será:

$$Vc = \sqrt{f \cdot (\rho_a - 1) \cdot \emptyset \text{ arenas}}$$

Vc = velocidad crítica o de autolimpieza (m/s)

f = Factor que depende del fluido (en el agua a Temperatura 15°C , $f=230$)

ρ_a = densidad de la arena (kg/dm^3)

\emptyset_a = diámetro medio de las partículas de arena (m)

Se tiene:

$$V_c = \sqrt{230 \cdot (1,65) \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}} = 0,754 \text{ m/s}$$

Considerando el peor caso: $\phi_a = 3 \text{ mm}$

$$V_c = \sqrt{230 \cdot (1,65) \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 1,067 \text{ m/s}$$

Puesto que los caudales esperables en las tuberías dan unas velocidades superiores, se concluye que se producirá autolimpieza evitando así pérdidas de caudal por sedimentaciones.

$$1,067 \text{ m/s} < \begin{cases} 1,075 \text{ m/s} \\ 1,828 \text{ m/s} \\ 2,556 \text{ m/s} \end{cases} \quad \text{Respecto a este criterio CUMPLEN}$$

Velocidad máxima del flujo de agua

- Empíricamente se ha comprobado que en PEAD la velocidad del agua debe ser menor a 3 m/s pues de lo contrario, los arrastres (arenas 0,05 - 3 mm) provocan una elevada erosión.

Bajo ninguna circunstancia y en ningún momento la velocidad de flujo del agua excederá 3 m/s, por lo que no habrá una erosión problemática en la tubería de PEAD.

Por lo tanto, respecto a este criterio, CUMPLEN.

6.4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN

La Colilla

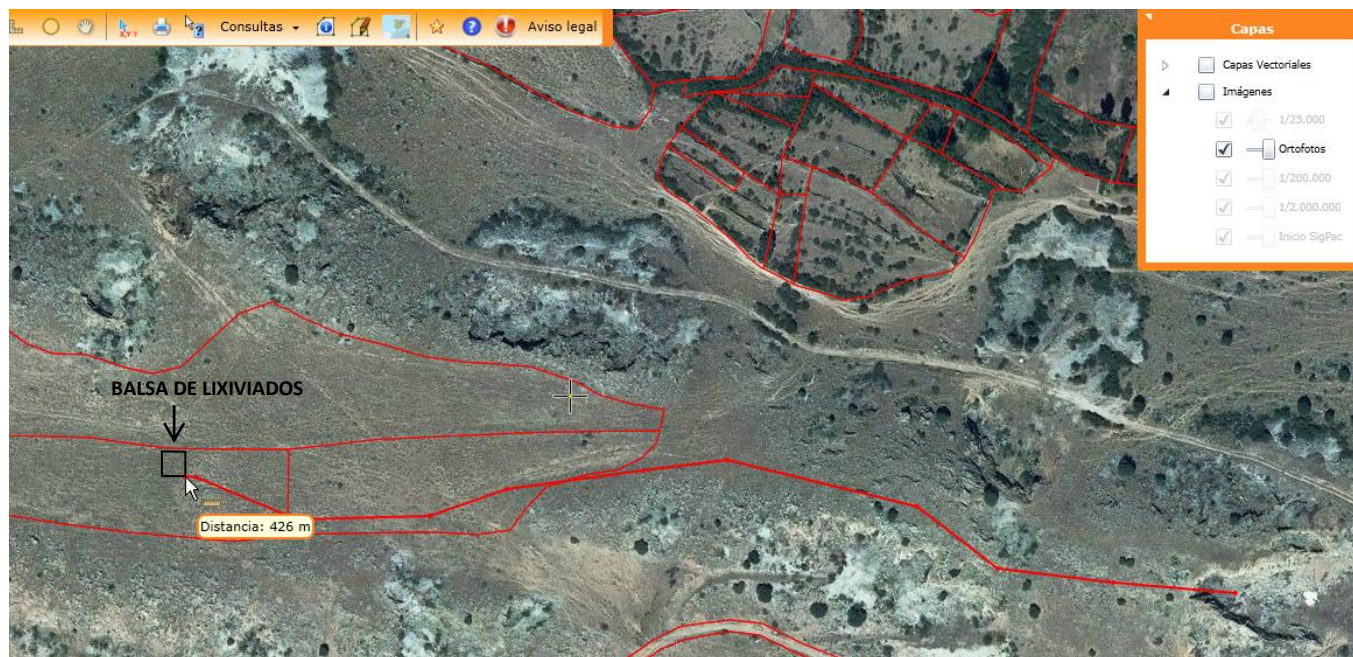
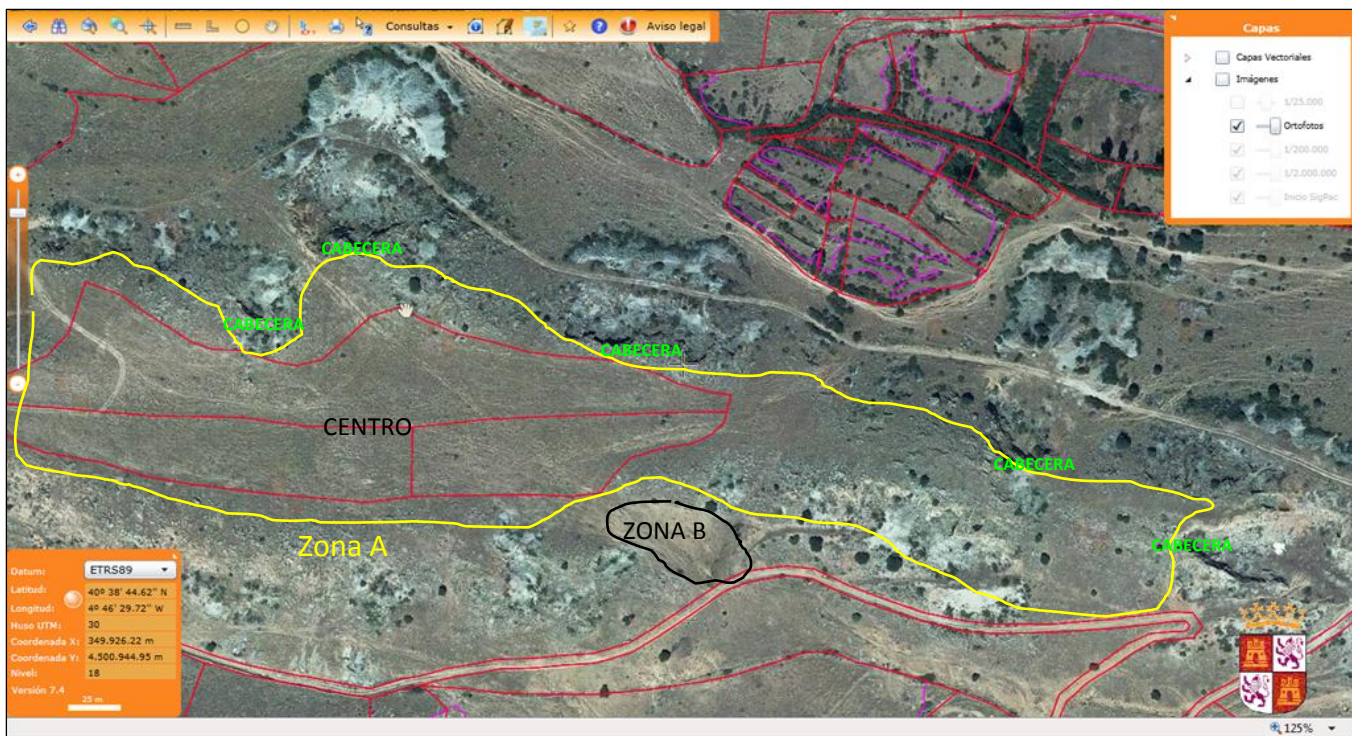


Fig.1- Trazado aproximado de la tubería de impulsión

6.5. DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS

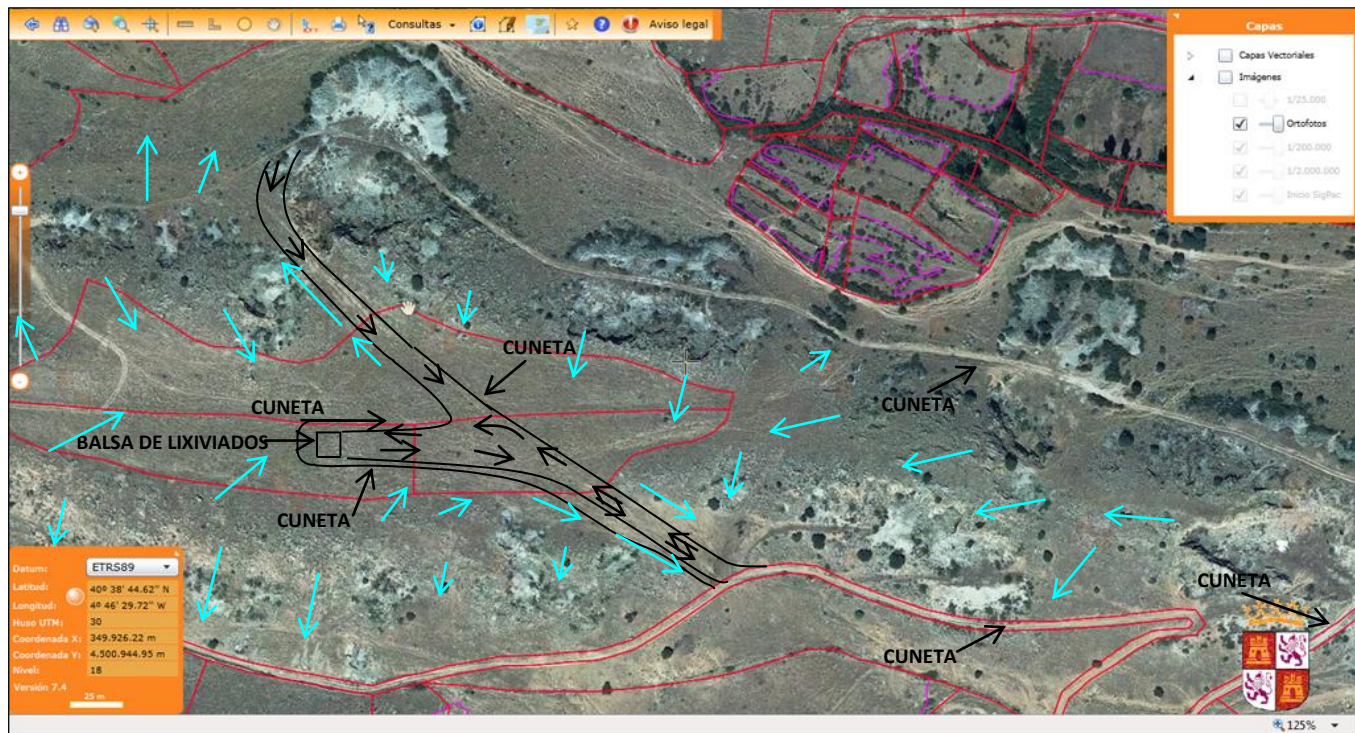
La Colilla

La explanada superior de los taludes (zona A) forma una vaguada, es decir, el agua de escorrentía cae hacia el centro de dicha explanada (centro) y ésta a su vez tiene pendiente hacia la zona de la rampa de acceso a la misma (zona B), esto unido a que las cabeceras de los taludes (cabeceras) de piedra de los huecos de explotación tienen una cota superior a su entorno (por la forma de vaguada ya mencionada) hace imposible que el agua precipitada sobre la explanada superior a los vasos (zona A) forme escorrentía que discurra hacia el interior de dichos vasos. Por este motivo no es necesario hacer cunetas de drenaje en las cabeceras de los taludes, sino que se formará una cuneta de drenaje como se indica en el mapa a continuación:

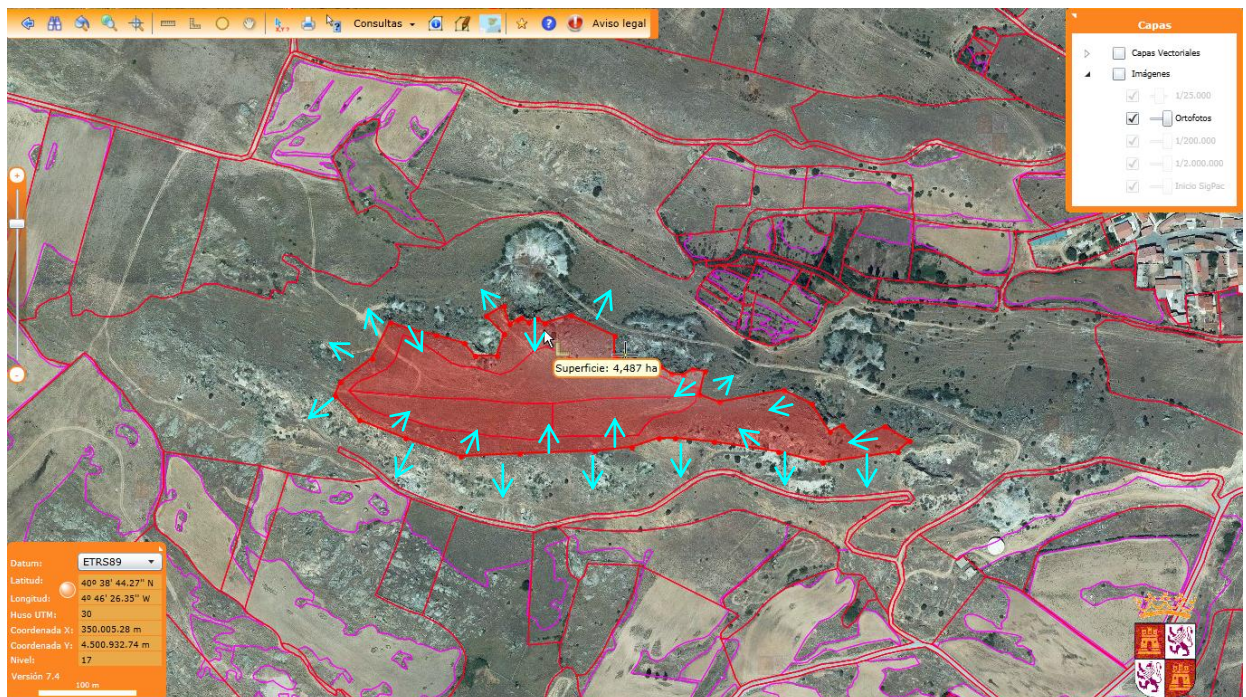


Puesto que los vehículos entrarán por el S-E y saldrán por el N-O, por una rampa y pista construídos para tal fin, bastará con las cunetas laterales de dicha pista para drenar el agua de la explanada superior. A continuación se muestra un croquis de la pista (con el sentido de circulación de vehículos indicado por flechas negras, la balsa de lixiviados y la dirección y sentido del agua de escorrentía (líneas de máxima pendiente

del terreno) con flechas de color azul. La longitud de dichas flechas es directamente proporcional a la pendiente del terreno.



La cuneta tendrá como pendiente longitudinal mínima aproximadamente un 3 - 4 %



El área de recogida de agua de la cuneta son 44.870 m^2 . Para calcular el caudal máximo de avenida utilizaremos la Fórmula Racional corregida de la Instrucción de Carreteras 5.2-I.C.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m^3/s).

C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).

I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)

A= Superficie de la cuenca (Km^2)

K=1,9

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo del caudal máximo de avenida en el Anexo Nº6 Hidrología e Hidrogeología, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

En La Colilla:

$P_d = 68,635 \text{ mm/día}$

a) Máxima precipitación horaria

$$I_d = P_d/24 = 2,86 \text{ mm/h}$$

b) Tiempo de concentración

$$T_c = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- T_c = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m) (en este caso, paralelo a la pista superior)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Tierra vegetal con hierba superficial, $Cr = 0,06$. (Tabla)
- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 2,86 + 0,06}{2^{1/3}} = 0,0477$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,3$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,0477 \cdot (164)^{1/3}}{(0,3 \cdot 2,86)^{2/3}} = 152,22 \text{ min} = 2,53 \text{ h}$$

c) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (horas)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 2,86 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 2,53^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 16,23 \text{ mm/h}$$

d) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente;

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía Po se puede obtener de la tabla 2.1(5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo B (infiltración Moderada), uso de la tierra Praderas, pendiente aproximada 3% y características hidrológicas pobres, por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

$$Po = 14 \text{ mm}$$

El coeficiente corrector de Po obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2 luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$Po = 14 \cdot 2,2 = 30,8 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2} = \frac{(68,64 - 30,8) \cdot (68,64 + 23 \cdot 30,8)}{(68,64 + 11 \cdot 30,8)^2} = 0,18$$

- e) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).
- C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)
- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,18 \cdot 16,23 \cdot 0,04487}{3,6} \cdot 1,905 = 0,069 \text{ m}^3/\text{s}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA

El dimensionamiento de las cunetas se efectúa siguiendo la “Instrucción de Carreteras” 5.2.-I.C.

Comprobamos que las cunetas trapezoidales en tierras de talud 3:2 y 0,3 metros de profundidad, son capaces de desaguar los caudales del punto más desfavorable.

Para la comprobación de la sección propuesta de las cunetas, se emplea la fórmula de Manning-Strickler

$$Q = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} \cdot S$$

Donde:


Q: Caudal en m³/s

K: Coeficiente de rugosidad de Manning (en tierras K=30,00)

J: Pendiente en m/m

S: Sección de cuneta (m²)

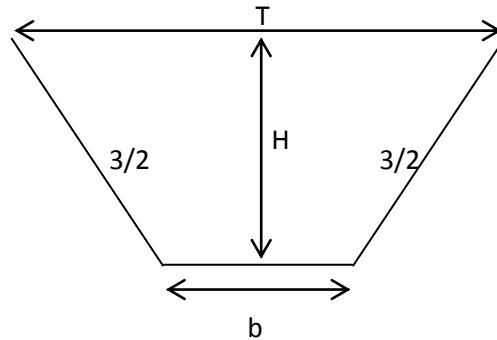
R: Radio hidráulico de la lámina de fluido (m)

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 <p>Trapezoidal</p>	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$

Canales de sección trapezoidal

- Área mojada: $A = (L + n * h) * h$
- Perímetro mojado: $P = L + 2h * \sqrt{1 + n^2}$

Sección adoptada: Detalle



$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Talud} = 3/2 \text{ (Z = 1,5)}$$

$$H = 0,30 \text{ m}$$

$$T = 0,65 \text{ m}$$

$$K = 30,00 \text{ (en tierras)}$$

$J = 0,02 \text{ m/m}$ (en el punto más desfavorable, es decir, Pte. mínima de la traza de la cuneta = $0,02 \text{ m/m}$)

Luego:

$$R = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}} = \frac{(0,25 + 1,5 \cdot 0,2) \cdot 0,2}{0,25 + 2 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2}} = 0,113 \text{ m}$$

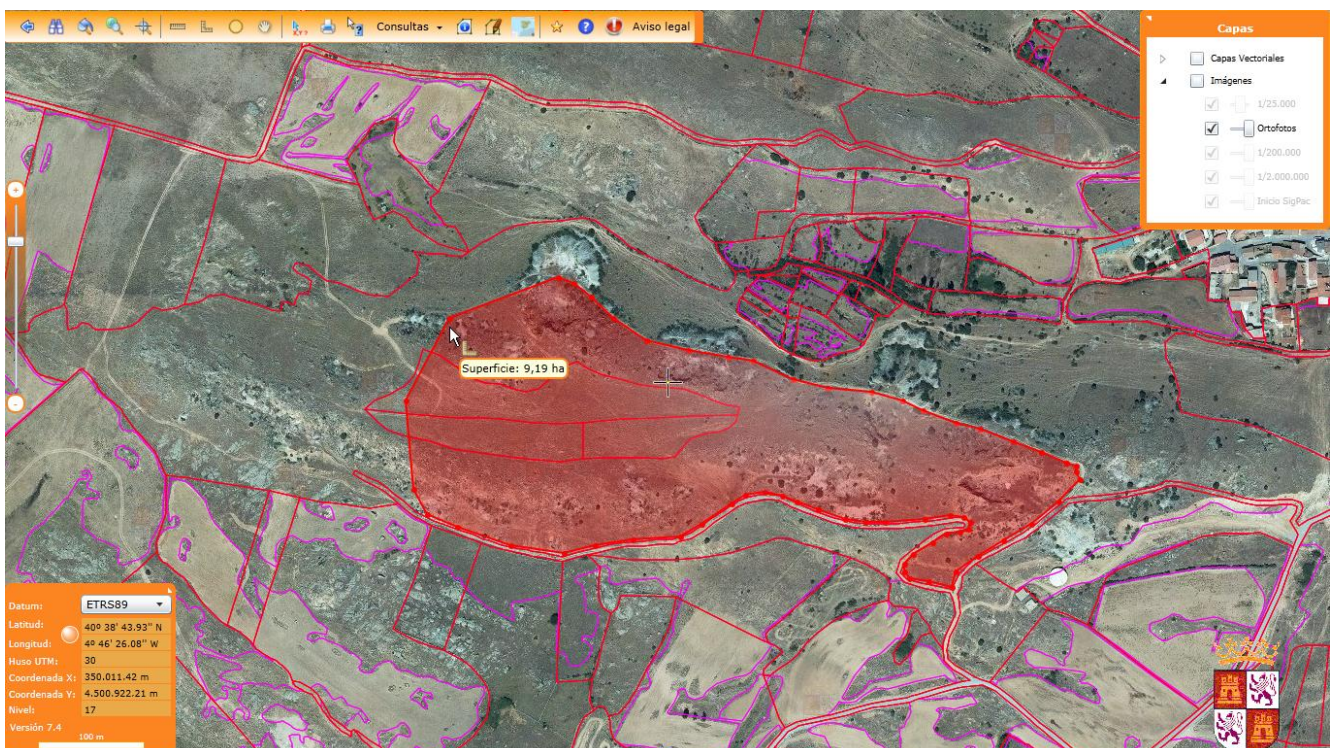
$$V = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} = 30 \cdot \sqrt{0,02} \cdot 0,113^{2/3} = 0,99 \text{ m/s}$$

$$S = 0,25 \cdot 0,3 + 0,2 \cdot 0,3 = 0,135 \text{ m}^2$$

$$Q = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} \cdot S = 30 \cdot \sqrt{0,02} \cdot 0,113^{2/3} \cdot 0,135 = \mathbf{0,134 \text{ m}^3/s}$$

Como $0,069 \text{ m}^3/\text{s} \ll 0,134 \text{ m}^3/\text{s}$ La cuneta CUMPLE según tabla de 5.2.-IC

La velocidad está dentro de los límites admisibles en cunetas de tierra, en aquellos puntos donde la velocidad del flujo del agua sea mayor por tener mayor pendiente o donde exista una mayor erosión por haber curva, la cuneta se protegerá con una lechada de cemento.

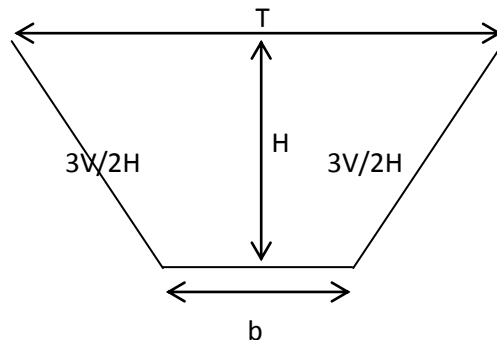


La superficie total que afecta a las cunetas finales (las del tramo inicial de los caminos de acceso) que recogen todo el agua es 9,19 Ha, luego el caudal máximo de avenida será: (todo igual menos la Superficie de la Cuenca, el Tc también puede considerarse igual)

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,18 \cdot 16,23 \cdot 0,0919}{3,6} \cdot 1,905 = 0,142 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las cunetas del camino de acceso tienen más pendiente (aproximadamente un 10% de media), por lo que evacuarán más agua a igual sección, vamos a calcular el caudal que son capaces de evacuar con la misma sección y dicha pendiente.

Sección adoptada: Detalle



$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Talud} = 3/2 \text{ (Z= 1,5)}$$

$$H = 0,30 \text{ m}$$

$$T = 0,65 \text{ m}$$

$$K = 30,00 \text{ (en tierras)}$$

$$J = 0,1 \text{ m/m}$$

Luego:

$$R = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}} = \frac{(0,25 + 1,5 \cdot 0,2) \cdot 0,2}{0,25 + 2 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2}} = 0,113 \text{ m}$$

$$V = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} = 30 \cdot \sqrt{0,1} \cdot 0,113^{2/3} = 2,21 \text{ m/s}$$

$$S = 0,25 \cdot 0,3 + 0,2 \cdot 0,3 = 0,135 \text{ m}^2$$

$$Q = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} \cdot S = 30 \cdot \sqrt{0,1} \cdot 0,113^{2/3} \cdot 0,135 = \mathbf{0,299 \, m^3/s}$$

Como $0,142 \, m^3/s \ll 0,299 \, m^3/s$ La cuneta CUMPLE según tabla de 5.2.-IC

Debido a la velocidad elevada del flujo de agua en estas cunetas, las cunetas de los caminos de acceso a los vasos y a la balsa de lixiviados tendrán dada una capa de cemento de 2 cm sobre en toda su sección, lo cual no ha de variar dicha sección, es decir, se excavarán 2 cm más sobre el terreno.

Gemuño

El área de recogida de agua de la cuneta es:

Anchura media Vaso + margen + pista + margen:

$$\frac{(91 + 2 \cdot 22,4 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 3) + (91 + 2 \cdot 14,6 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 3)}{2} = 165 \, m$$

Longitud Vaso + margen + pista + margen:

$$195,4 + 22,4 + 14,6 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 14 + 2 \cdot 3 = 269,4 \, m$$

Área total:

$$165 \, m \cdot 269,4 \, m = 44.451 \, m^2$$

Área que afecta a la cuneta exterior de la pista perimetral: (Área total – Área vaso)

$$44.451 \, m^2 - 29.501,19 \, m^2 = 14.949,81 \, m^2$$

Para calcular el caudal máximo de avenida utilizaremos la Fórmula Racional corregida de la Instrucción de Carreteras 5.2-I.C.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

Q= Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m³/s).

C= Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).

I= Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)

A= Superficie de la cuenca (Km²)

K=1,9

Puesto que ya se ha explicado el procedimiento de cálculo del caudal máximo de avenida en el Anexo Nº6 Hidrología e Hidrogeología, ahora nos limitaremos a dar los resultados.

En Gemuño:

Pd = 84,323 mm/día

a) Máxima precipitación horaria

$$Id = Pd/24 = 3,513 \text{ mm/h}$$

a) Tiempo de concentración: Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta hasta el final de la escorrentía superficial provocada en la cuenca.

$$Tc = \frac{526,42 \cdot b \cdot (L)^{1/3}}{(K \cdot i)^{2/3}}$$

$$b = \frac{0,0000276 \cdot i + Cr}{S^{1/3}}$$

$$K = \frac{Es}{Pr}$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración (min)
- L = Longitud del curso principal (m)
- K = Coeficiente de escorrentía (Tabla), o relación entre Es y Pr
- i = Intensidad de precipitación (mm/hora)
- S = Pendiente media de la superficie en %
- Cr = Coeficiente de retardo, depende del tipo de superficie.
Tierra compactada con algo de tierra vegetal, Cr = 0,06. (Tabla)
- Es = Lámina de agua escurrida en superficie (mm)
- Pr = Lámina de agua precipitada (mm)

Luego:

$$b = \frac{0,0000276 \cdot 3,513 + 0,06}{2^{1/3}} = 0,0477$$

$$K = \frac{Es}{Pr} = 0,3$$

Por tanto, el tiempo de concentración será:

$$Tc = \frac{526,42 \cdot 0,0477 \cdot (232,4)^{1/3}}{(0,3 \cdot 3,513)^{2/3}} = 149,07 \text{ min} = 2,48 \text{ h}$$

a) Intensidad media de precipitación

$$\frac{It}{Id} = \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Siendo:

- Id: La intensidad media diaria modificada de precipitaciones correspondiente al período de retorno considerado en mm/h. Es igual a (Pd*/24)
- I1: La intensidad horaria de precipitaciones correspondiente a dicho período de retorno
- Tc: La duración del intervalo al que se refiere (horas)

En la zona considerada de la provincia de Ávila (Mapa de Isolíneas I1/Id (MOPU, 1990):

$$I1/Id = 10 \text{ mm/h}$$

Luego:

$$It = Id \cdot \left(\frac{I1}{Id} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - Tc^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 3,513 \cdot 10^{\left(\frac{28^{0,1} - 2,43^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)} = 20,19 \text{ mm/h}$$

b) Escorrentía: La fórmula para calcular el coeficiente de escorrentía es la siguiente;

$$C = \frac{(Pd - Po) \cdot (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$

Dónde:

- C= Coeficiente de escorrentía.
- Pd= Precipitación máxima diaria modificada correspondiente al periodo de retorno considerado.
- Po= Umbral de escorrentía.

El umbral de escorrentía P_o se puede obtener de la tabla 2.1(5.2-IC) multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector dado en la figura (fig.2.5 , 5.2-IC). Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasifican en los grupos de la tabla 2.2 (5.2-IC), en cuya definición interviene la textura definida por la figura 2.6 (5.2-IC).

En este caso, la clasificación del suelo es un Grupo B (infiltración Moderada), uso de la tierra Praderas, pendiente aproximada $< 3\%$ y características hidrológicas pobres, por tanto nuestro umbral de escorrentía sin corregir (de la tabla 2.1 5.2-IC) es:

$$P_o = 25 \text{ mm}$$

El coeficiente corrector de P_o obtenido interpolando en la Fig.6 es 2,2 luego el umbral de escorrentía corregido es:

$$P_o = 25 \cdot 2,2 = 55 \text{ mm}$$

Ahora ya puedo calcular el coeficiente de escorrentía con la fórmula dada:

$$C = \frac{(P_d - P_o) \cdot (P_d + 23P_o)}{(P_d + 11P_o)^2} = \frac{(68,64 - 55) \cdot (68,64 + 23 \cdot 55)}{(68,64 + 11 \cdot 55)^2} = 0,04$$

- c) Cálculo del caudal punta de avenida: El caudal punta de avenida se calcula con la fórmula obtenida de la Dirección General de Carreteras en la Instrucción de carreteras 5.2-IC corregida o modificada con el coeficiente de uniformidad de la precipitación (K), (Témez 1991), es decir:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

Donde:

- Q = Caudal punta avenida en el punto en que desagua una cuenca o superficie (m^3/s).
- C = Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (adimensional).
- I = Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (mm/h)

- A= Superficie de la cuenca (Km²)

$$K = 1 + \frac{T^{1,25}}{T^{1,25} + 14}$$

En La Colilla:

$$K = 1 + \frac{50^{1,25}}{50^{1,25} + 14} = 1,905$$

Por tanto el caudal punta de avenida en será:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K = \frac{0,04 \cdot 20,19 \cdot 0,014949}{3,6} \cdot 1,905 = 6,39 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETAS

El dimensionamiento de las cunetas se efectúa siguiendo la “Instrucción de Carreteras” 5.2.-I.C.

Comprobamos que las cunetas trapezoidales en tierras de talud 3:2 y 0,3 metros de profundidad, son capaces de desaguar los caudales del punto más desfavorable.

Para la comprobación de la sección propuesta de las cunetas, se emplea la fórmula de Manning-Strickler

$$Q = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} \cdot S$$

Donde:

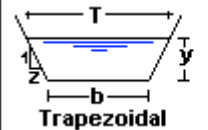
Q: Caudal en m³/s

K: Coeficiente de rugosidad de Manning (en tierras K=30,00)

J: Pendiente en m/m

S: Sección de cuneta (m²)

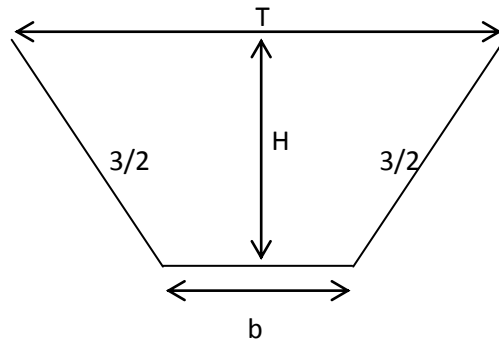
R: Radio hidráulico de la lámina de fluido (m)

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b + 2zy$

Canales de sección trapezoidal

- Área mojada: $A = (L + n * h) * h$
- Perímetro mojado: $P = L + 2h * \sqrt{1 + n^2}$

Sección adoptada: Detalle



$b = 0,25 \text{ m}$

Talud= 3/2 (Z = 1,5)

H= 0,30 m

T= 0,65 m

K= 30,00 (en tierras)

$J = 0,02 \text{ m/m}$ (en el punto más desfavorable, es decir, Pte. mínima de la traza de la cuneta = $0,02 \text{ m/m}$)

Luego:

$$R = \frac{(b + z \cdot y) \cdot y}{b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{1 + z^2}} = \frac{(0,25 + 1,5 \cdot 0,2) \cdot 0,2}{0,25 + 2 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2}} = 0,113 \text{ m}$$

$$V = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} = 30 \cdot \sqrt{0,02} \cdot 0,113^{2/3} = 0,99 \text{ m/s}$$

$$S = 0,25 \cdot 0,3 + 0,2 \cdot 0,3 = 0,135 \text{ m}^2$$

$$Q = K \cdot \sqrt{J} \cdot R^{2/3} \cdot S = 30 \cdot \sqrt{0,02} \cdot 0,113^{2/3} \cdot 0,135 = 0,134 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como $6,69 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \ll 0,134 \text{ m}^3/\text{s}$ La cuneta CUMPLE según tabla de 5.2.-IC

La velocidad está dentro de los límites admisibles en cunetas de tierra, en aquellos puntos donde la velocidad del flujo del agua sea mayor por tener mayor pendiente o donde exista una mayor erosión por haber curva, la cuneta se protegerá con una lechada de cemento.

7. ESTABILIDAD DE TALUDES

Los resultados del análisis de la estabilidad de taludes de las tres propuestas de proyecto se muestran en el Anexo Nº 5 Geología y Geotecnia.

Anexo.- Nº9
REFERENCIAS CATASTRALES

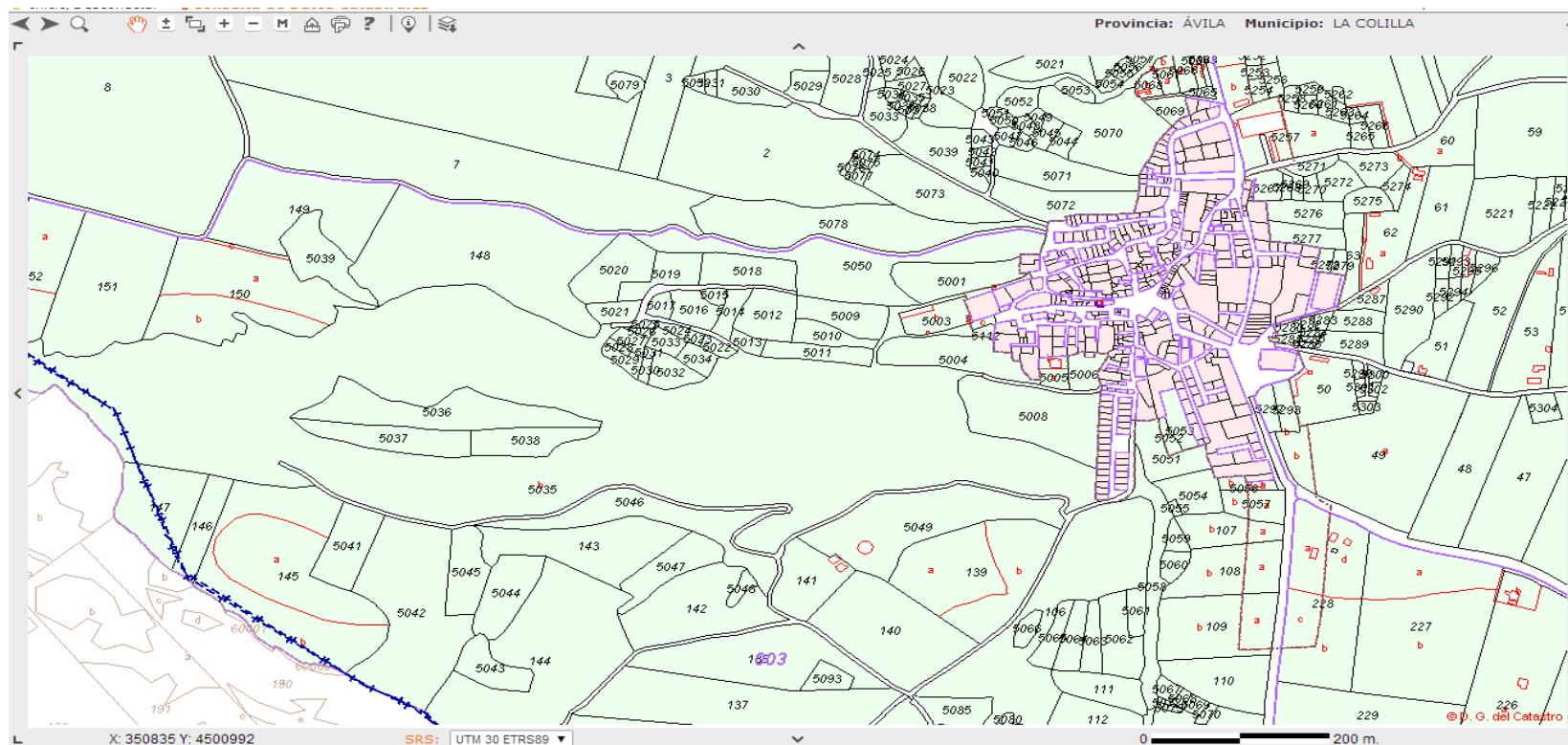
ANEXO Nº9: REFERENCIAS CATASTRALES

INDICE

1. PROPUESTA DE LA COLILLA	3
2. PROPUESTA DE GEMUÑO	7

1. PROPUESTA DE LA COLILLA

A continuación se ofrecen los datos catastrales de las parcelas afectadas por la obras de la primera propuesta de proyecto situada en el término municipal de La Colilla.



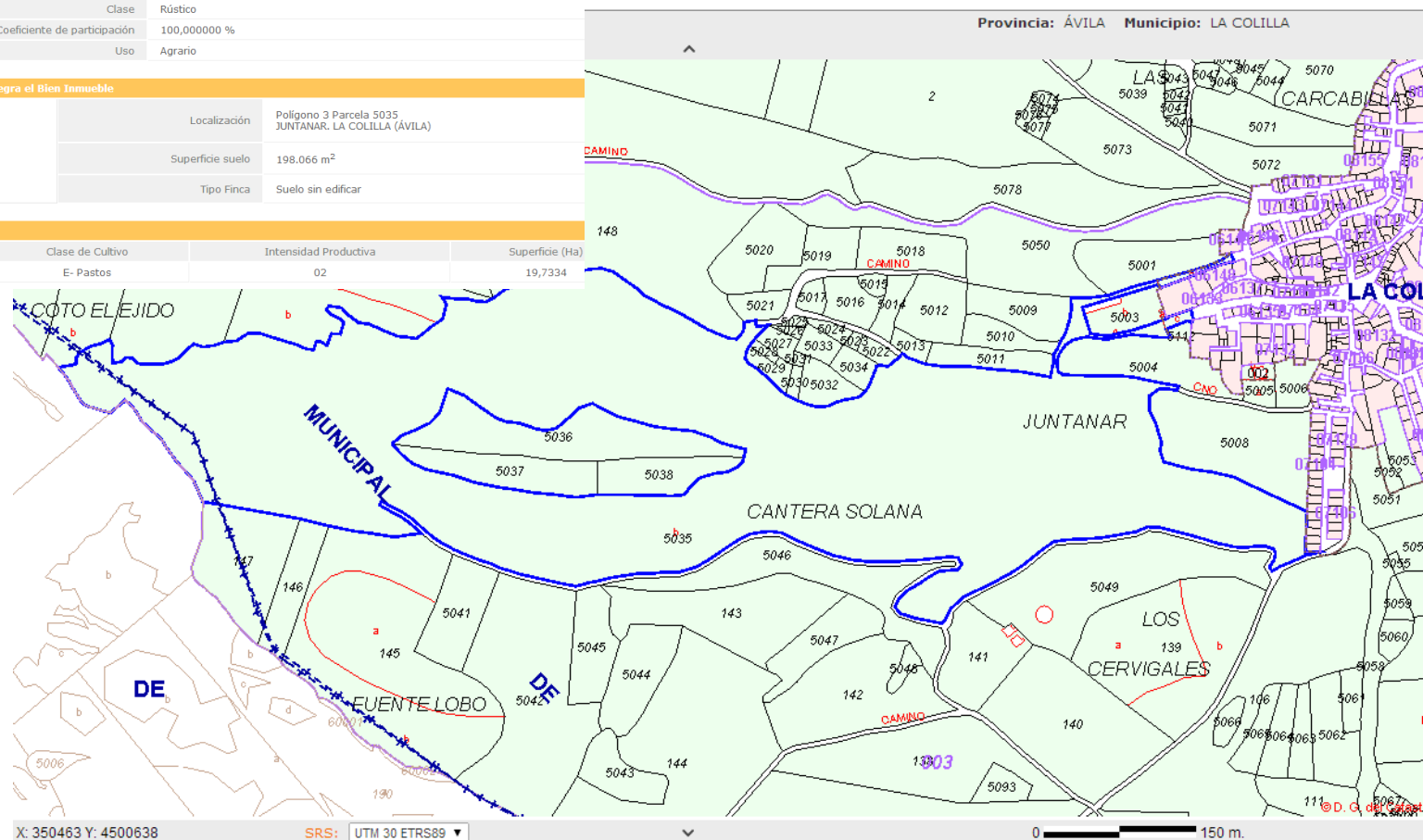
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

4 Bien Inmueble		
Referencia catastral	05061A003050350000AT	 
Localización	Polígono 3 Parcela 5035 JUNTANAR. LA COLILLA (ÁVILA)	
Clase	Rústico	
Coefficiente de participación	100,000000 %	
Uso	Agrario	

¿En la Finca en la que se integra el Bien Inmueble		
	Localización	Polygono 3 Parcela 5035 JUNTANAR, LA COLILLA (ÁVILA)
	Superficie suelo	198.066 m²
	Tipo Finca	Suelo sin edificar

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
b	E- Pastos	02	19,7334



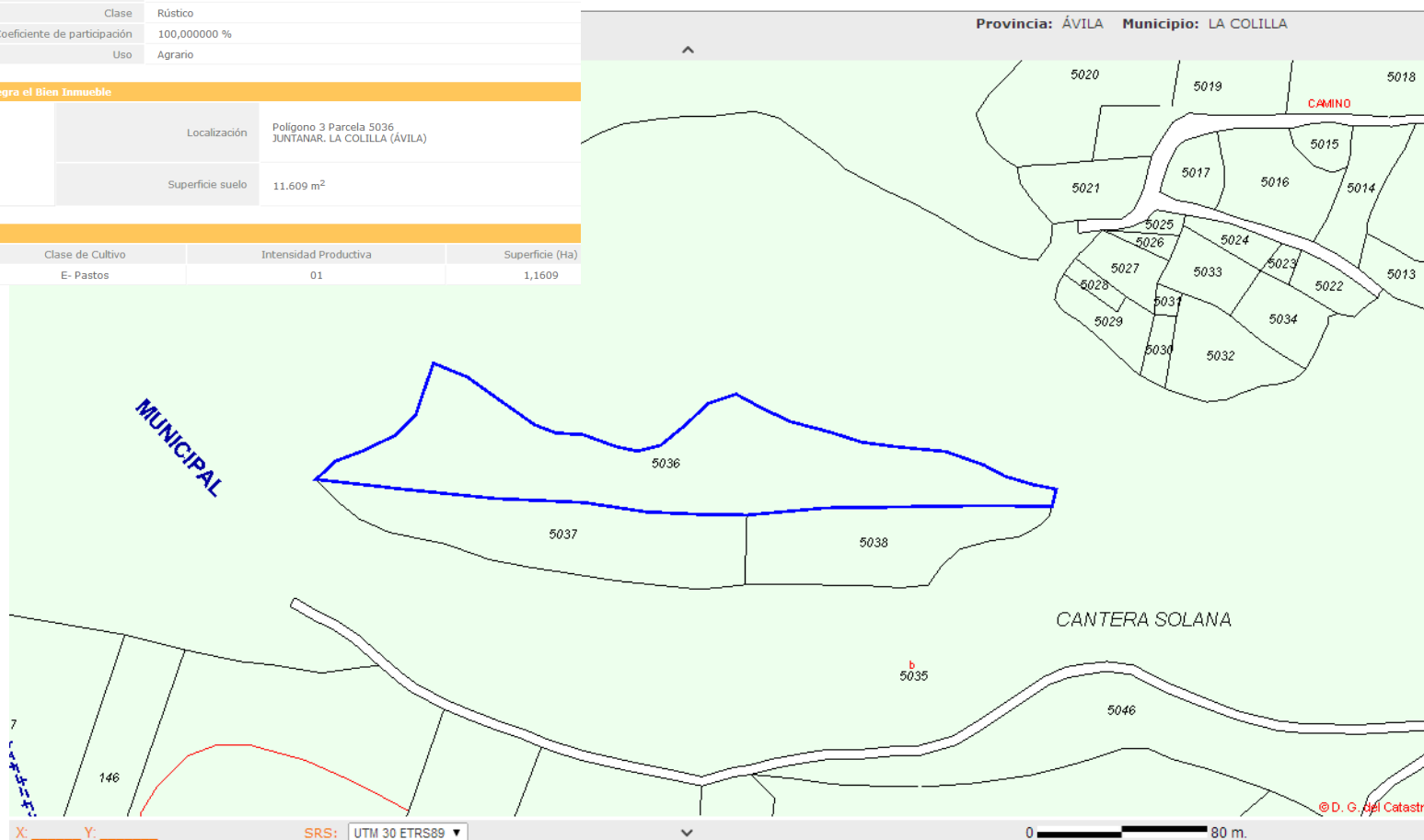
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

El Bien Inmueble	
Referencia catastral	05061A003050360000AF
Localización	Polígono 3 Parcela 5036 JUNTANAR, LA COLILLA (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

La Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 3 Parcela 5036 JUNTANAR, LA COLILLA (ÁVILA)
Superficie suelo	11.609 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
0	E- Pastos	01	1,1609



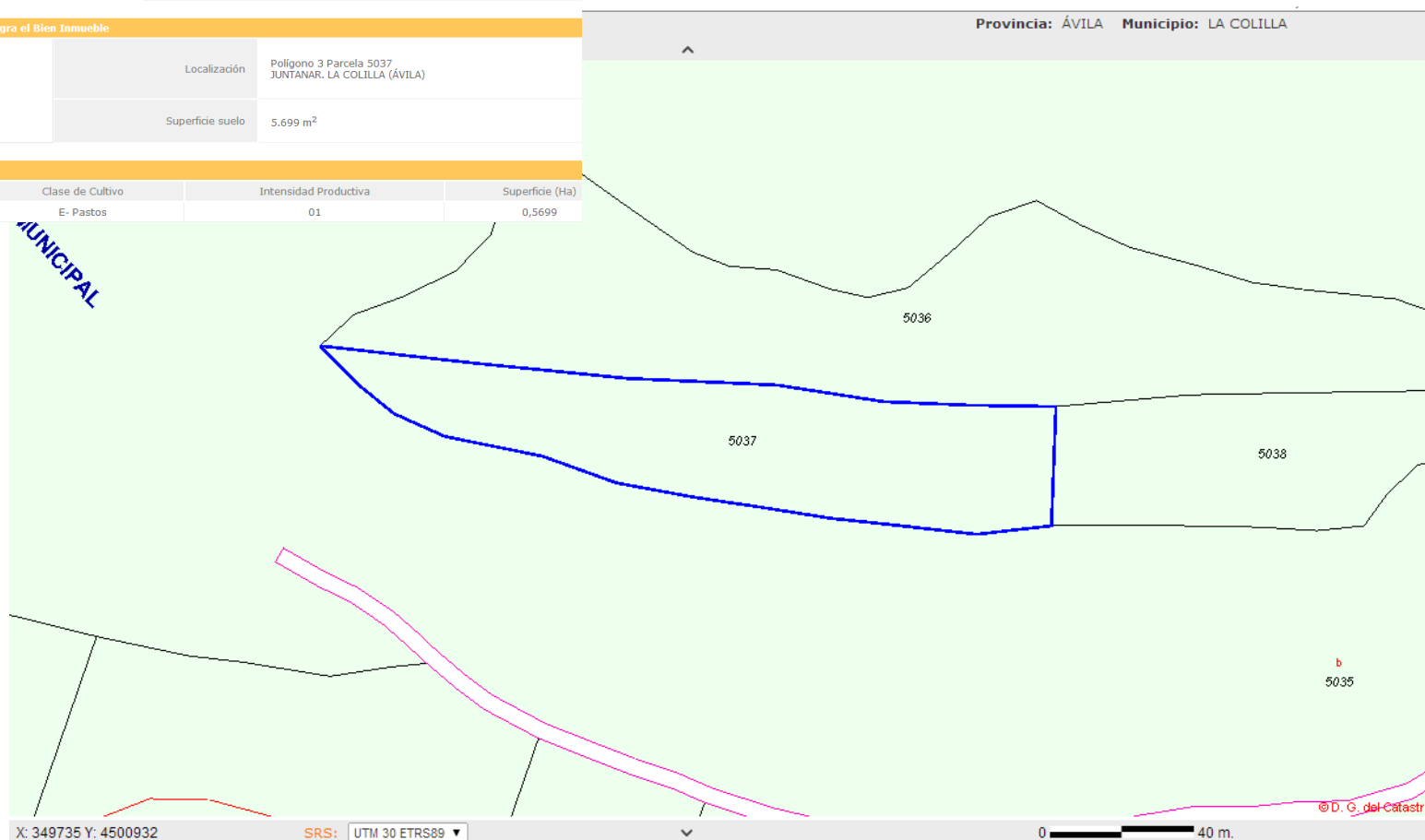
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Bien Inmueble	
Referencia catastral	05061A003050370000AM
Localización	Polígono 3 Parcela 5037 JUNTANAR. LA COLILLA (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

La Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 3 Parcela 5037 JUNTANAR. LA COLILLA (ÁVILA)
Superficie suelo	5,699 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
0	E- Pastos	01	0,5699



2. PROPUESTA DE GEMUÑO

A continuación se ofrecen los datos catastrales de las parcelas afectadas por la obras de la segunda propuesta de proyecto situada en el término municipal de Gemuño.

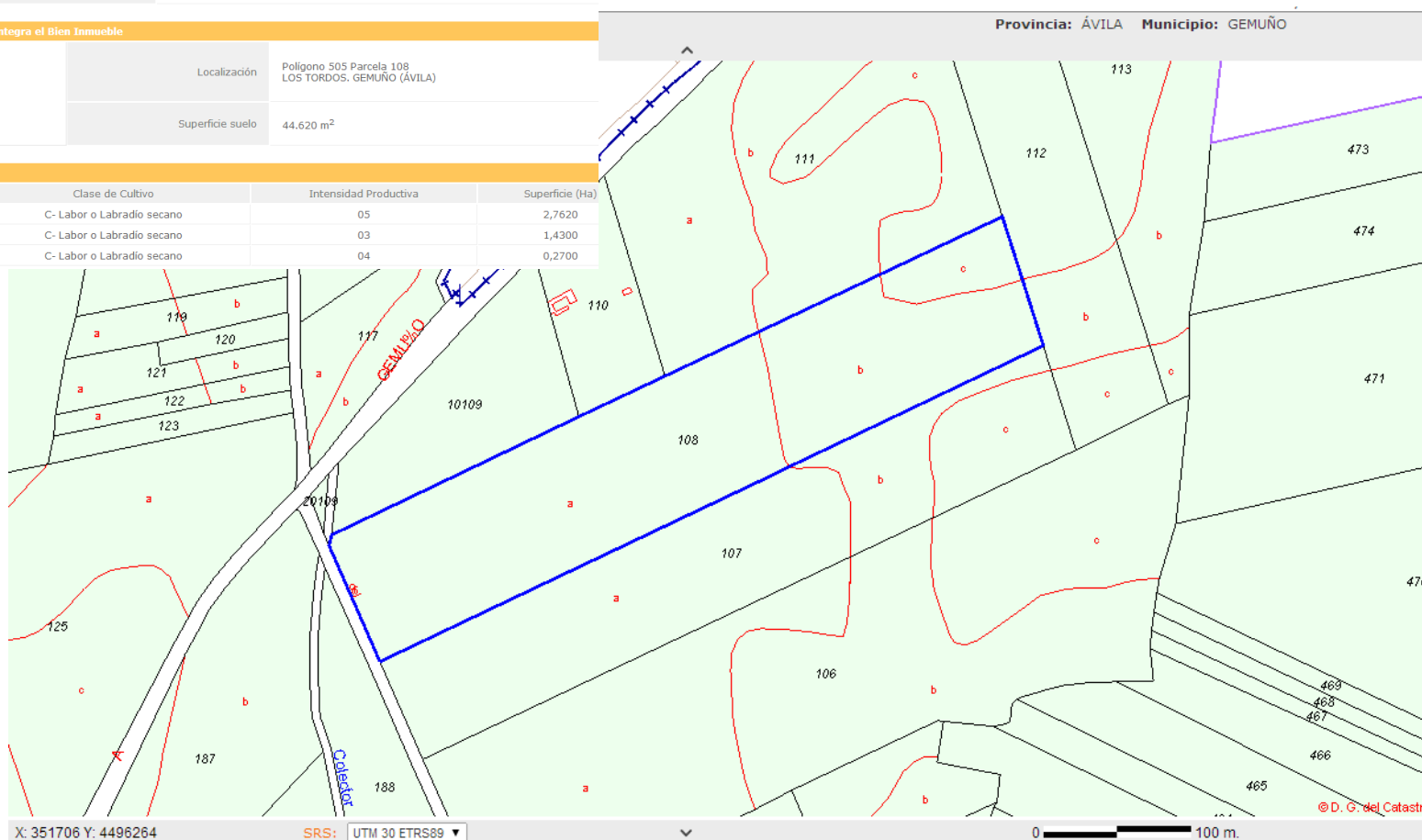
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001080000TD
Localización	Polígono 505 Parcela 108 LOS TORDOS, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 505 Parcela 108 LOS TORDOS, GEMUÑO (ÁVILA)
Superficie suelo	44.620 m ²

ps			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	05	2,7620
b	C- Labor o Labradío seco	03	1,4300
c	C- Labor o Labradío seco	04	0,2700



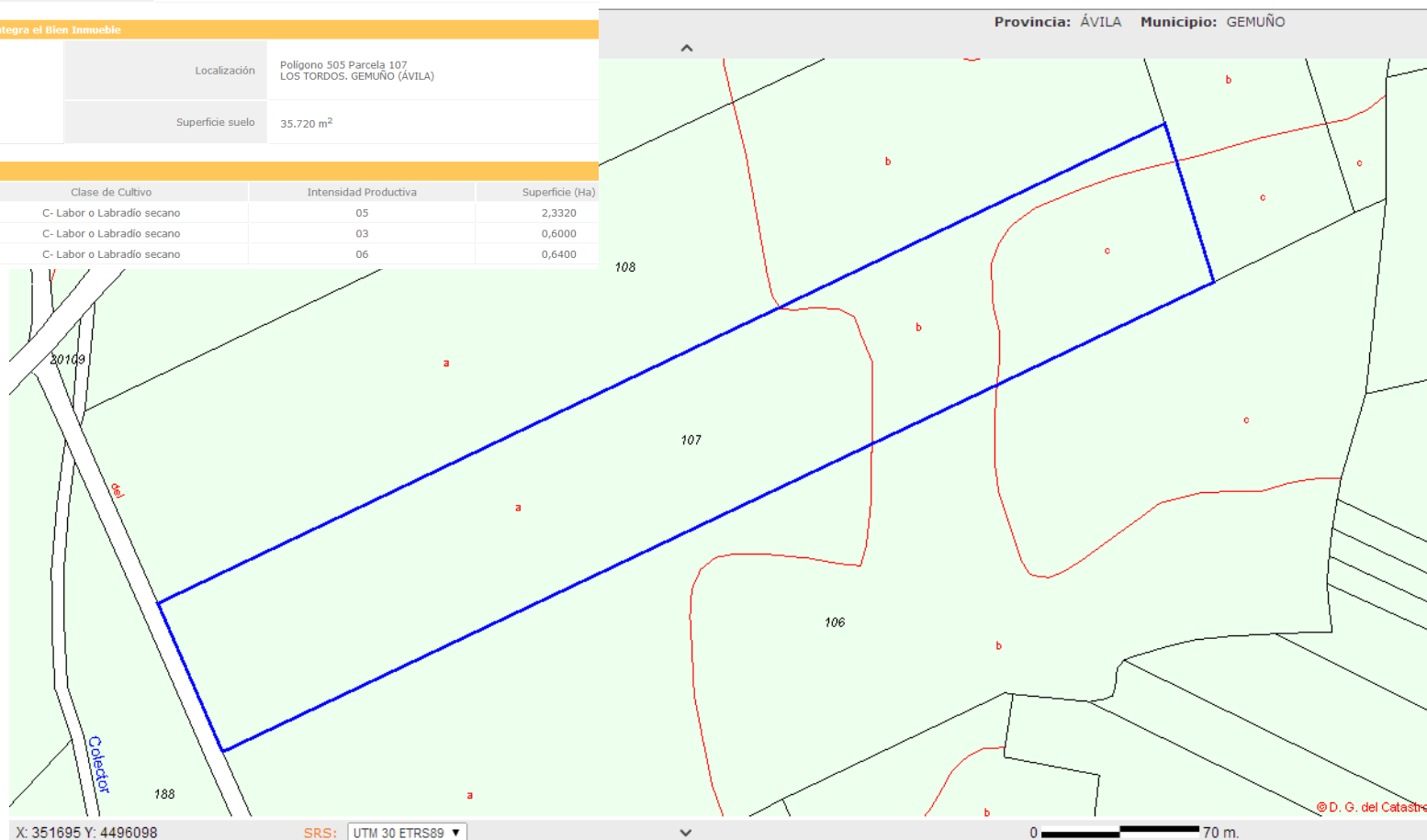
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001070000TR
Localización	Polígono 505 Parcela 107 LOS TORDOS, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 505 Parcela 107 LOS TORDOS, GEMUÑO (ÁVILA)
Superficie suelo	35.720 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	05	2,3320
b	C- Labor o Labradío seco	03	0,6000
c	C- Labor o Labradío seco	06	0,6400



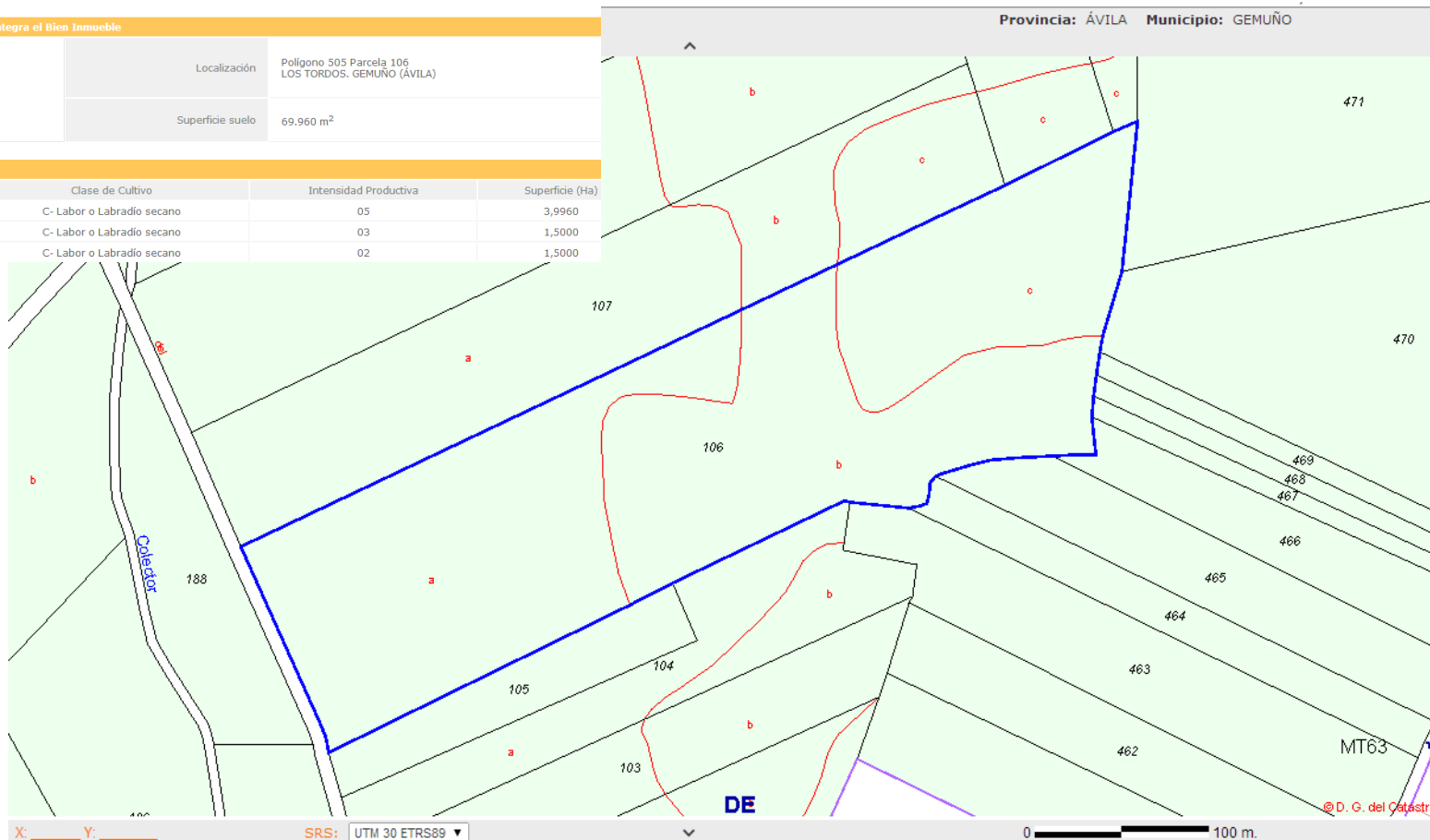
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001060000TK
Localización	Polígono 505 Parcela 106 LOS TORDOS, GEMUNO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 505 Parcela 106 LOS TORDOS, GEMUNO (ÁVILA)
Superficie suelo	69.960 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	05	3,9960
b	C- Labor o Labradío seco	03	1,5000
c	C- Labor o Labradío seco	02	1,5000



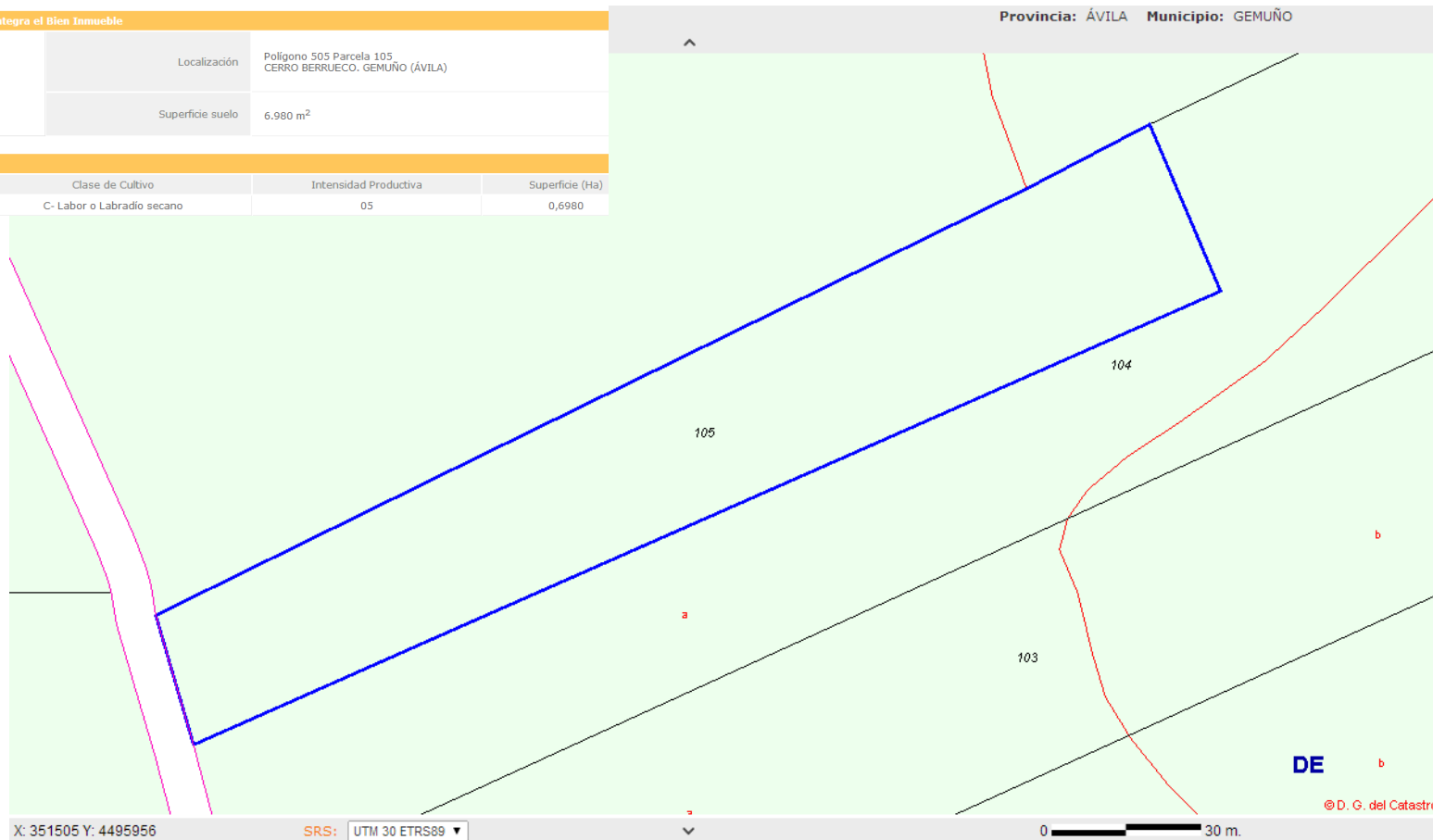
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001050000TO
Localización	Polígono 505 Parcela 105 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización
	Polígono 505 Parcela 105 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
	Superficie suelo
	6,980 m ²

ps			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
0	C- Labor o Labradío secoano	05	0,6980



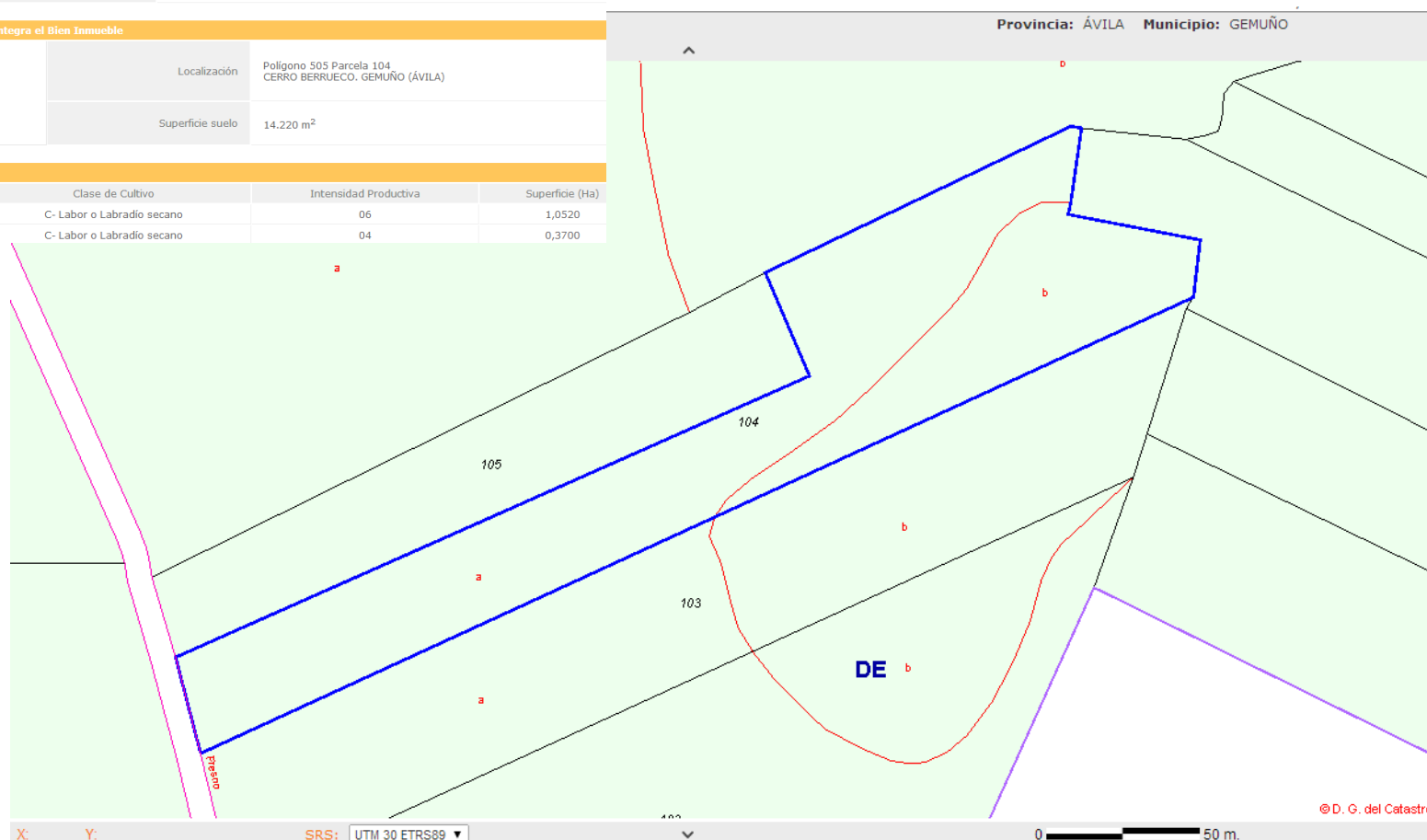
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001040000TM
Localización	Polígono 505 Parcela 104 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización
	Polígono 505 Parcela 104 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
	Superficie suelo
	14,220 m ²

ps			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	06	1,0520
b	C- Labor o Labradío seco	04	0,3700



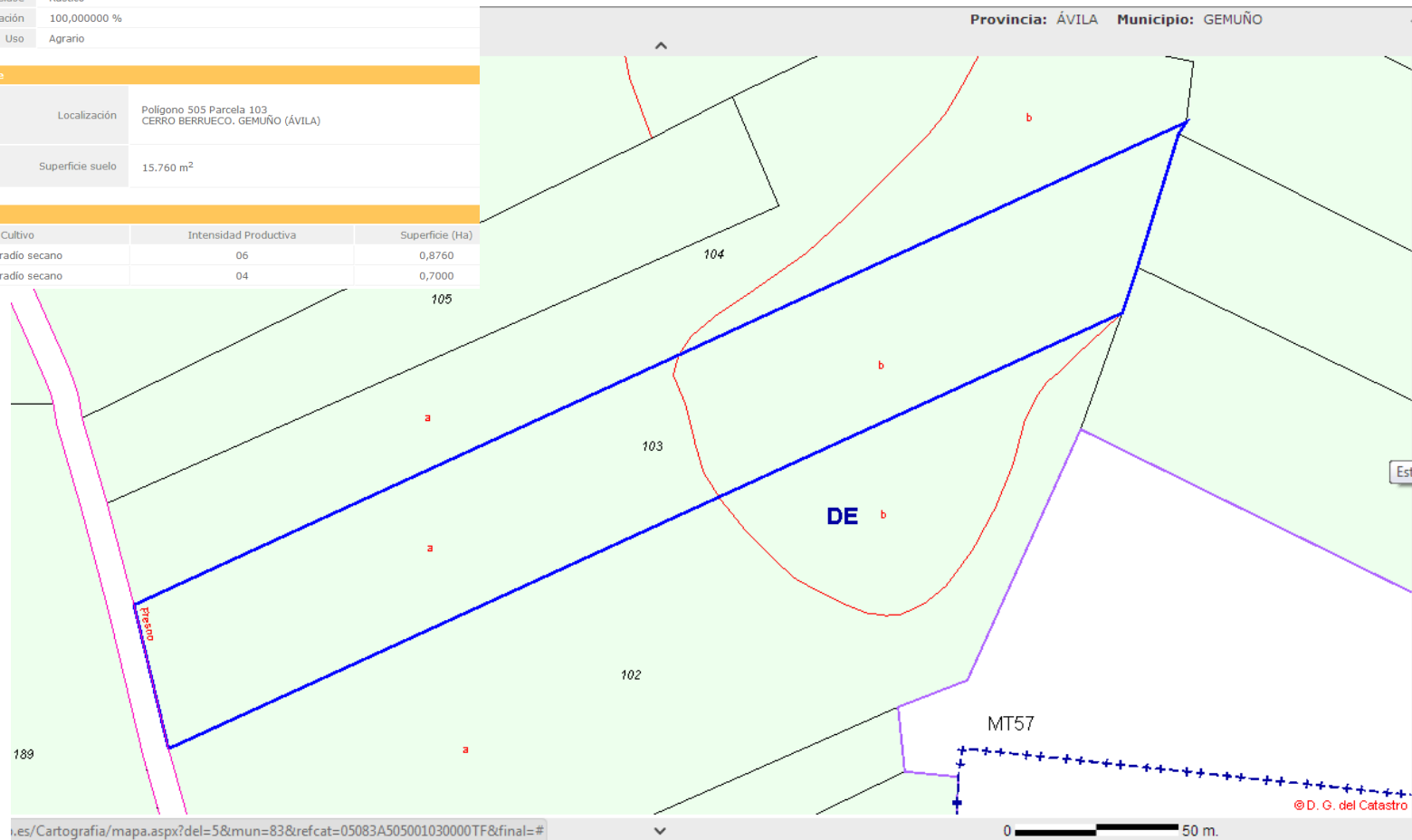
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001030000TF
Localización	Polígono 505 Parcela 103 CERRO BERRUECO. GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización
	Polígono 505 Parcela 103 CERRO BERRUECO. GEMUÑO (ÁVILA)
	Superficie suelo
	15.760 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío secano	06	0,8760
b	C- Labor o Labradío secano	04	0,7000



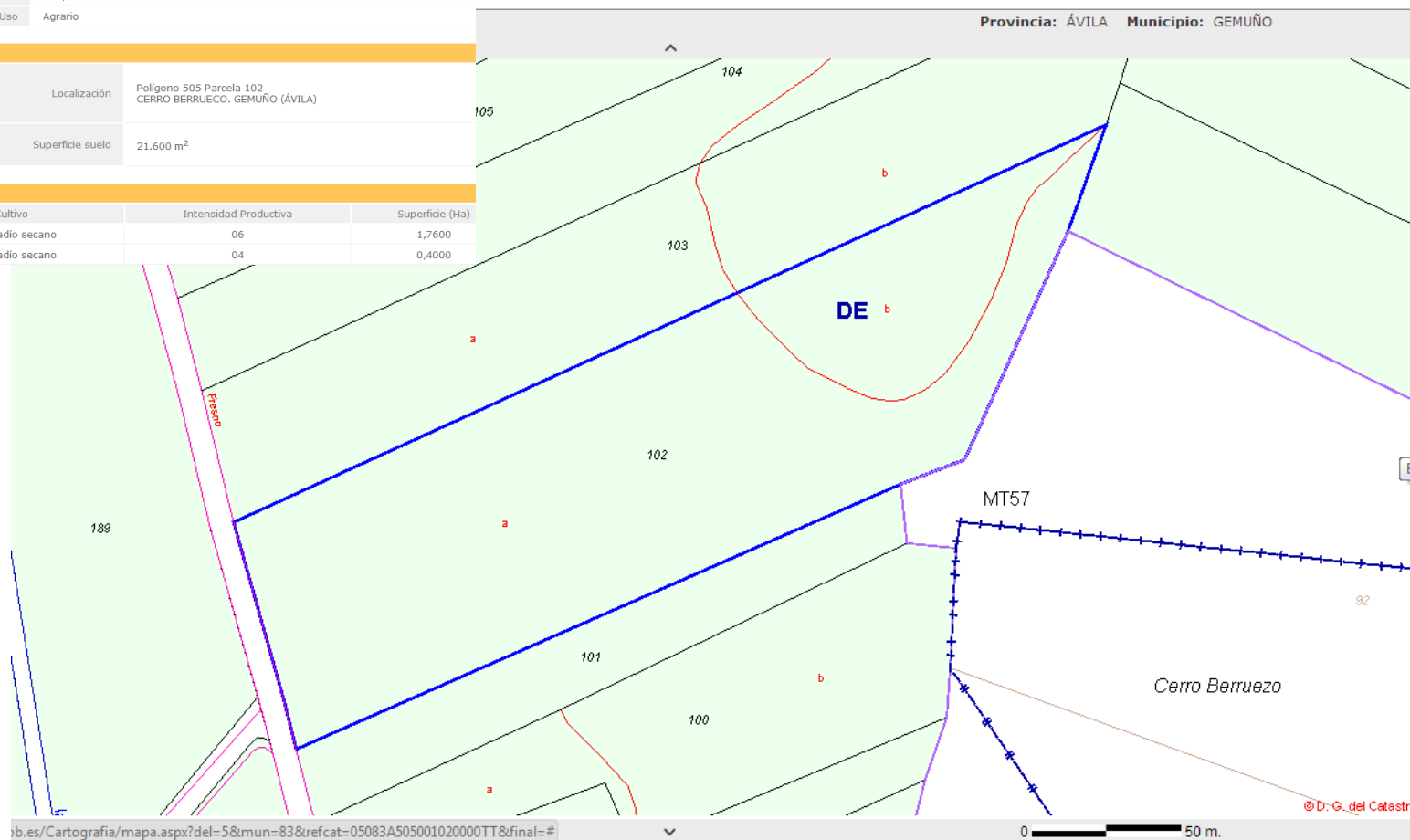
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001020000TT
Localización	Polígono 505 Parcela 102 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
Localización	Polígono 505 Parcela 102 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
Superficie suelo	21.600 m ²

Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	06	1,7600
b	C- Labor o Labradío seco	04	0,4000



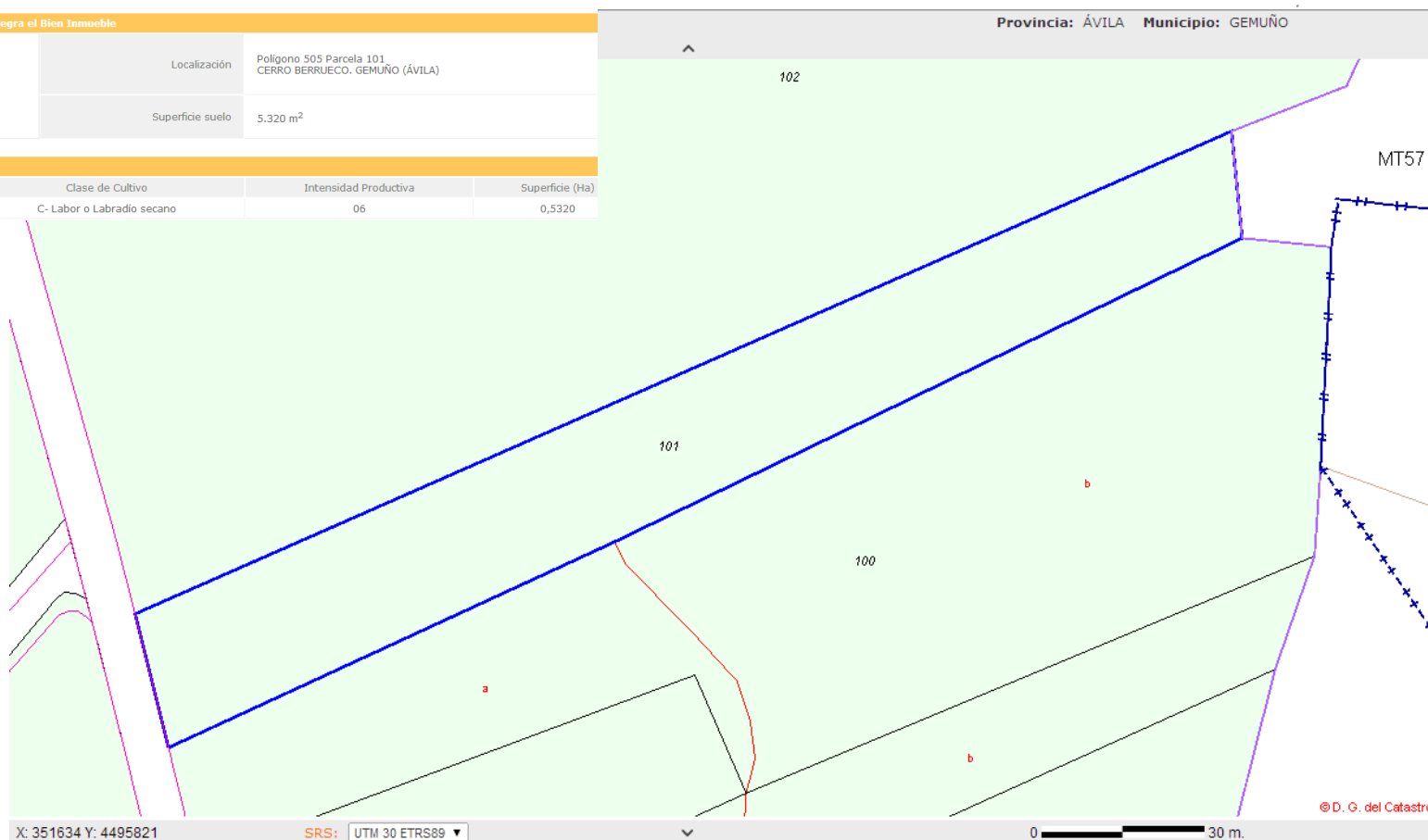
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001010000TL
Localización	Polígono 505 Parcela 101 CERRO BERRUECO. GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización
	Polígono 505 Parcela 101 CERRO BERRUECO. GEMUÑO (ÁVILA)
	Superficie suelo
	5.320 m ²

s			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
0	C- Labor o Labradío seco	06	0,5320



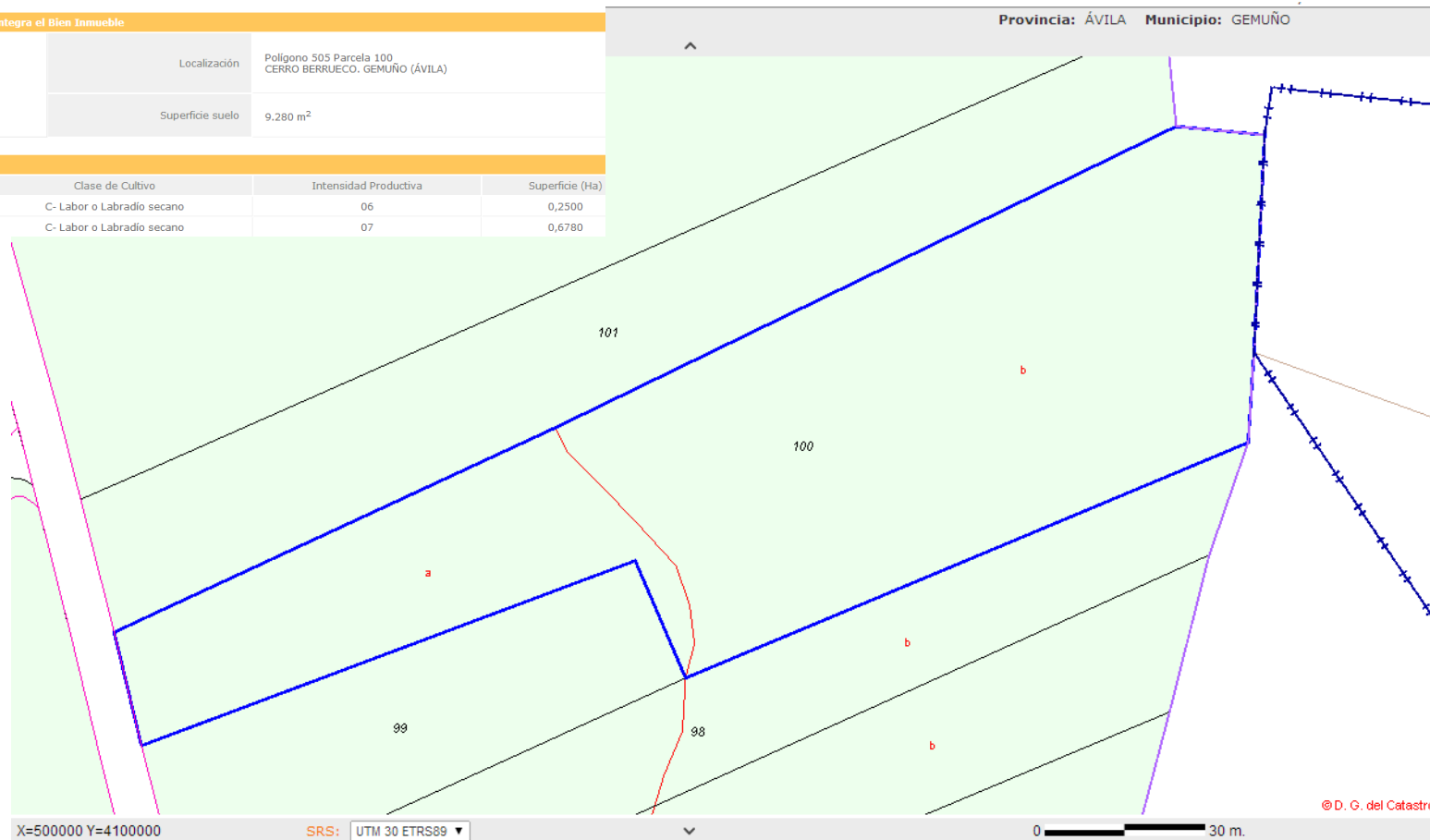
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

del Bien Inmueble	
Referencia catastral	05083A505001000000TP
Localización	Polígono 505 Parcela 100 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
Clase	Rústico
Coefficiente de participación	100,000000 %
Uso	Agrario

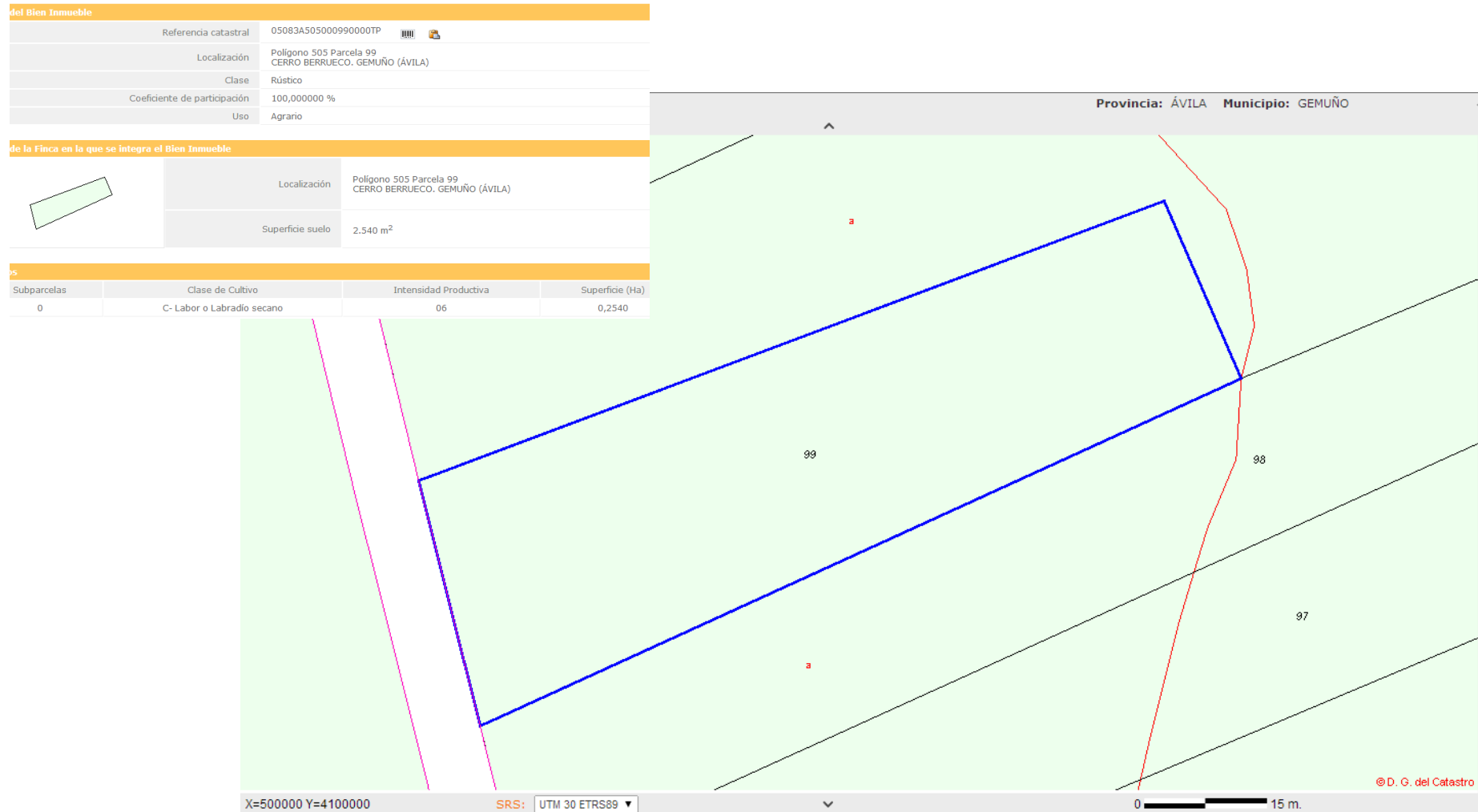
de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble	
	Localización
	Polígono 505 Parcela 100 CERRO BERRUECO, GEMUÑO (ÁVILA)
	Superficie suelo
	9,280 m ²

ps			
Subparcelas	Clase de Cultivo	Intensidad Productiva	Superficie (Ha)
a	C- Labor o Labradío seco	06	0,2500
b	C- Labor o Labradío seco	07	0,6780



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



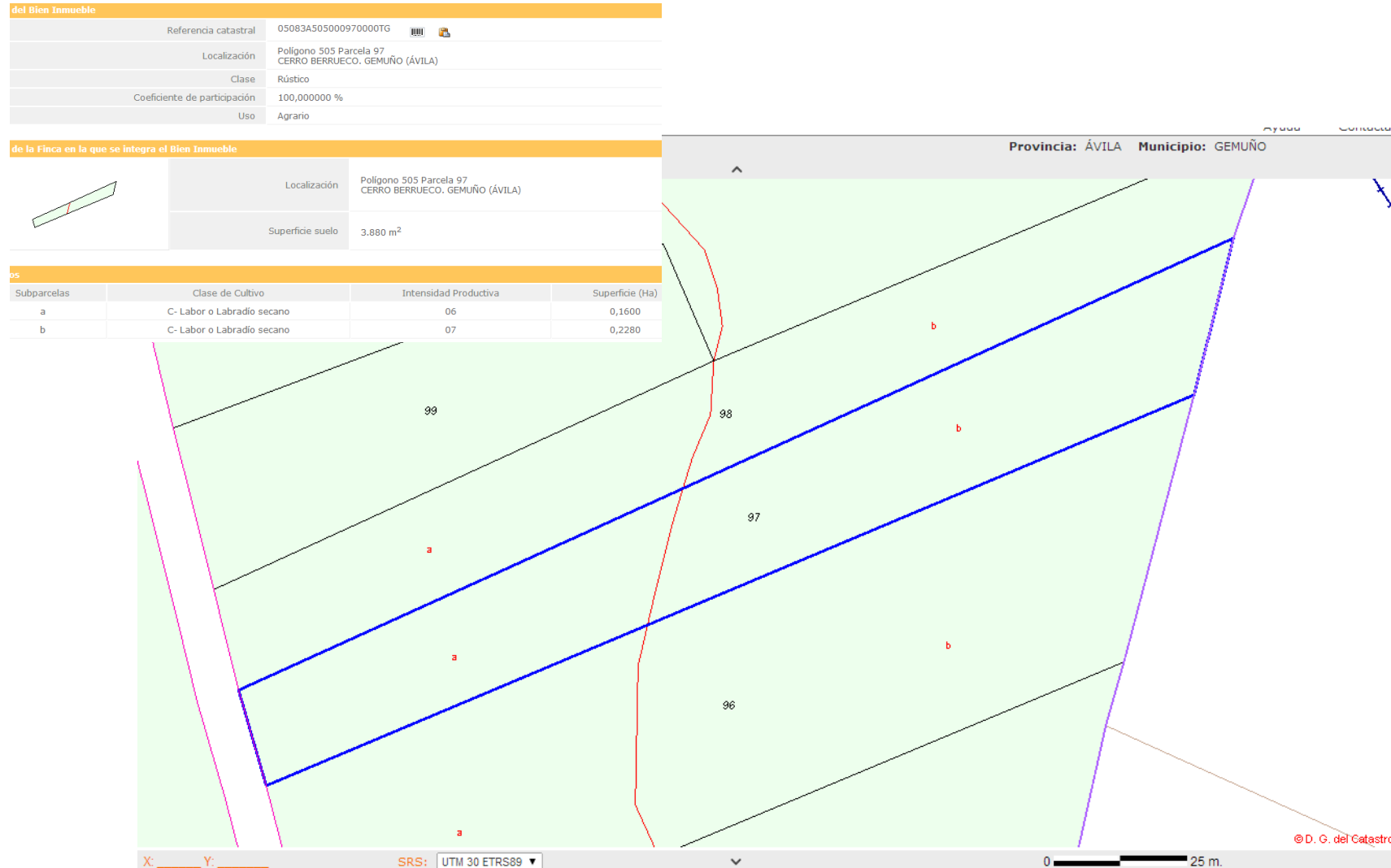
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



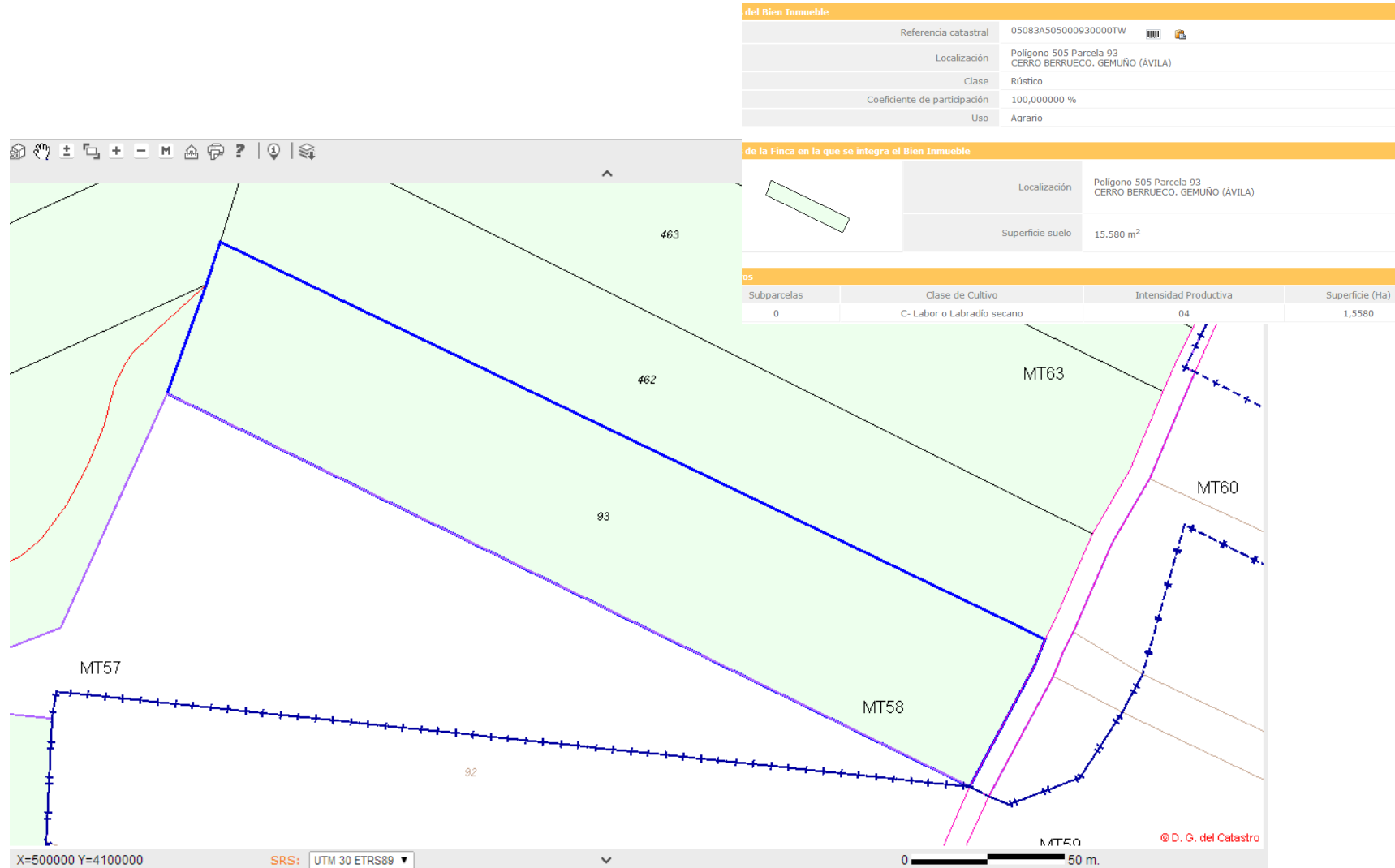
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



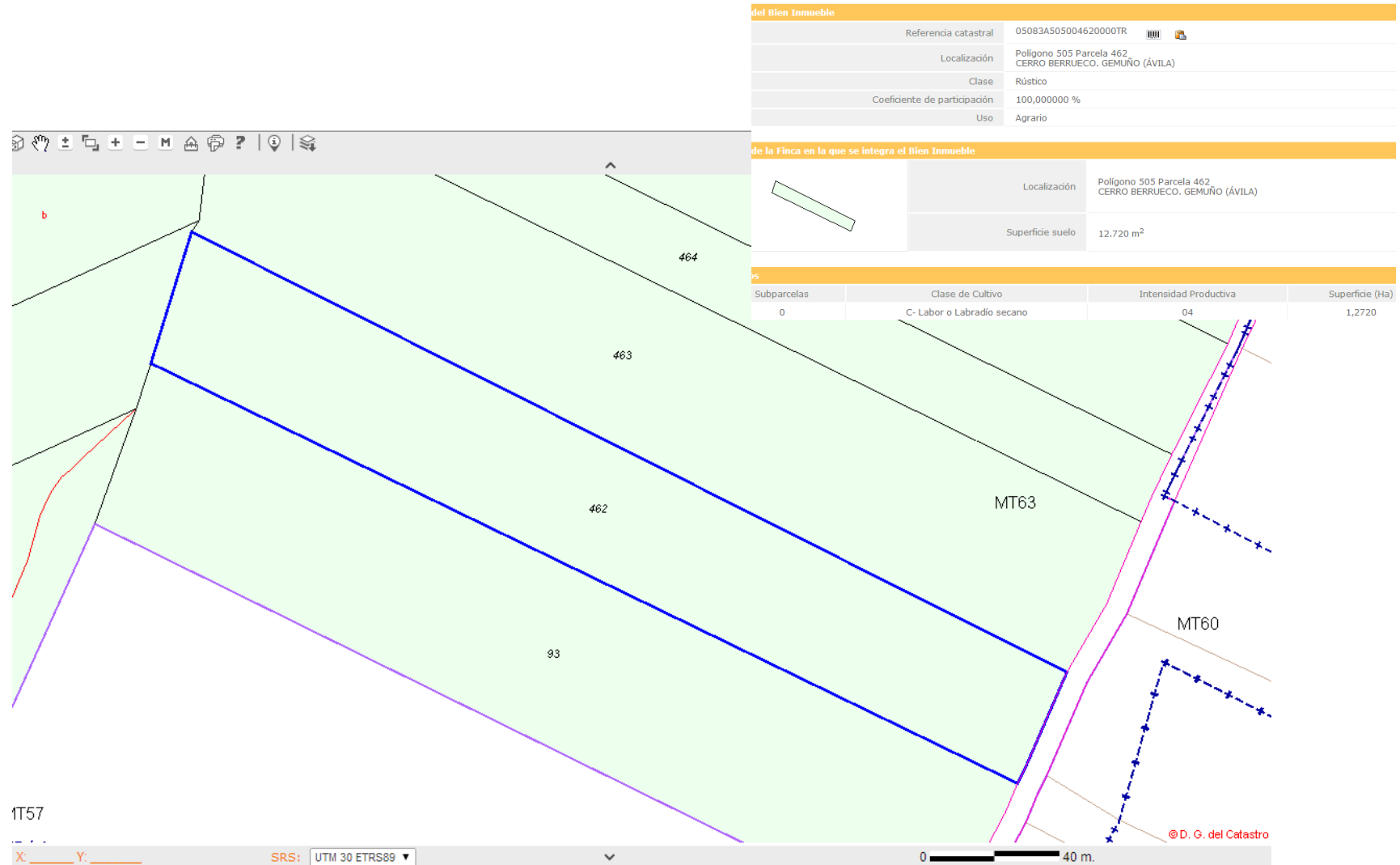
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



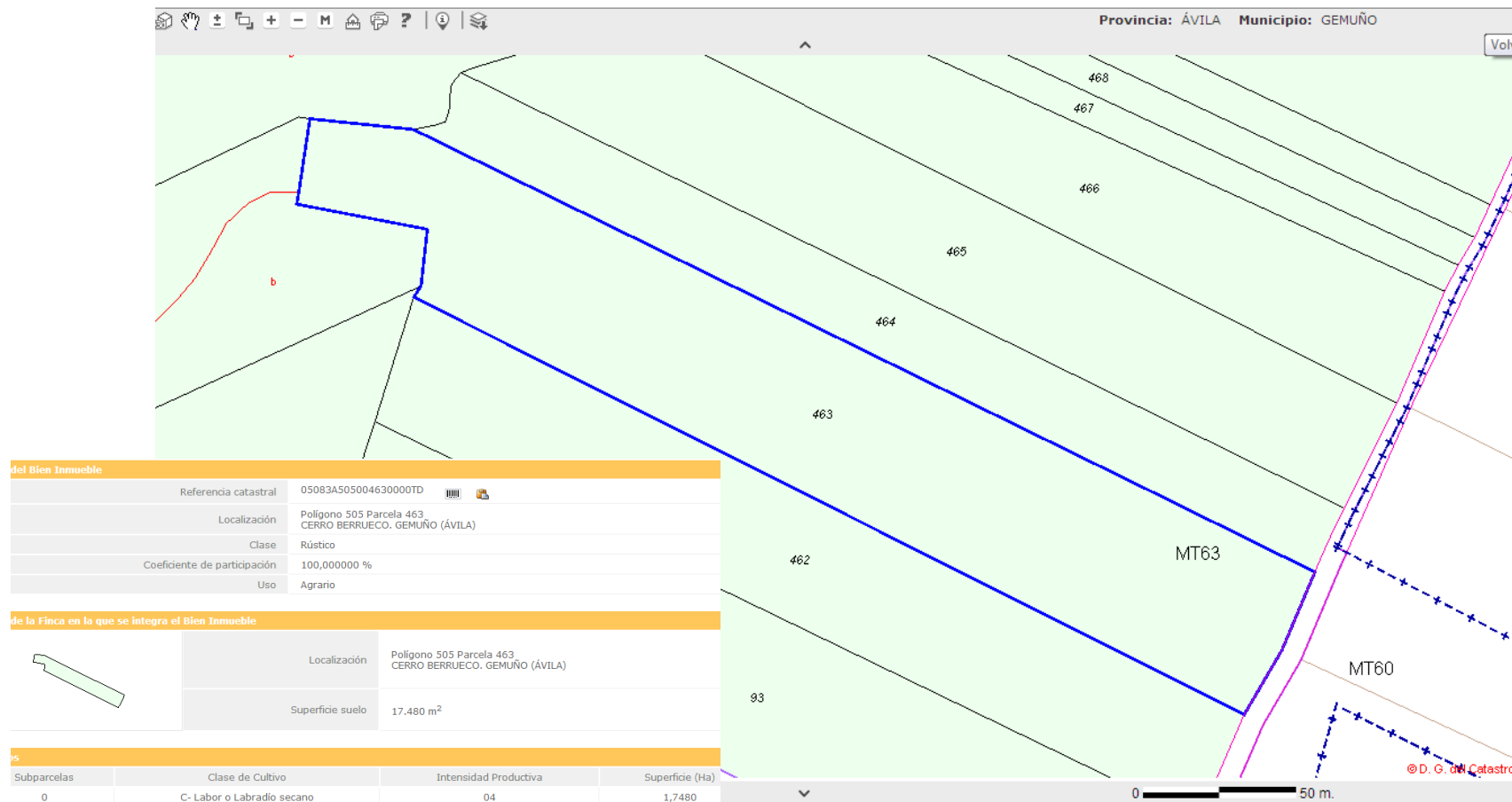
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



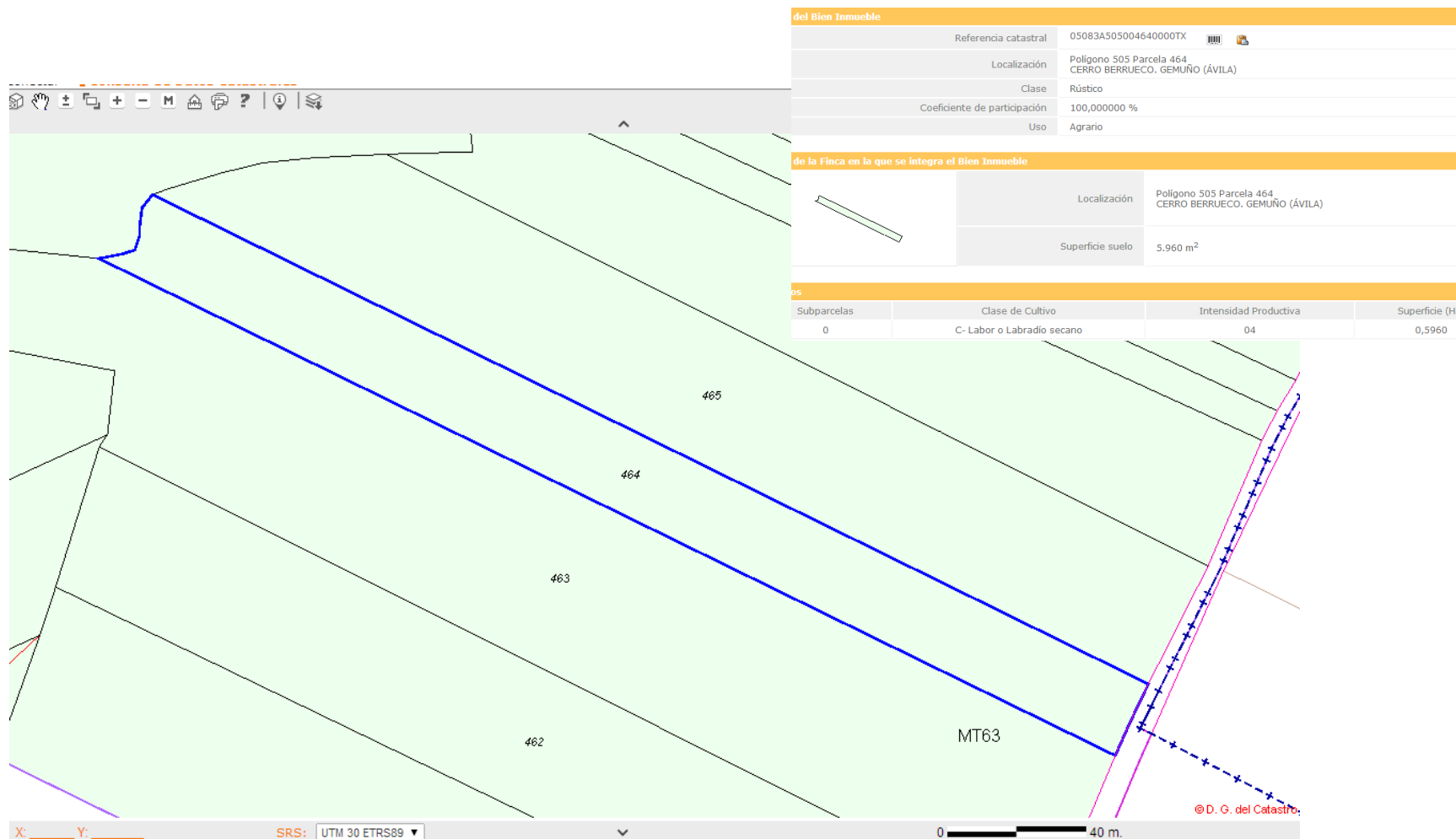
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



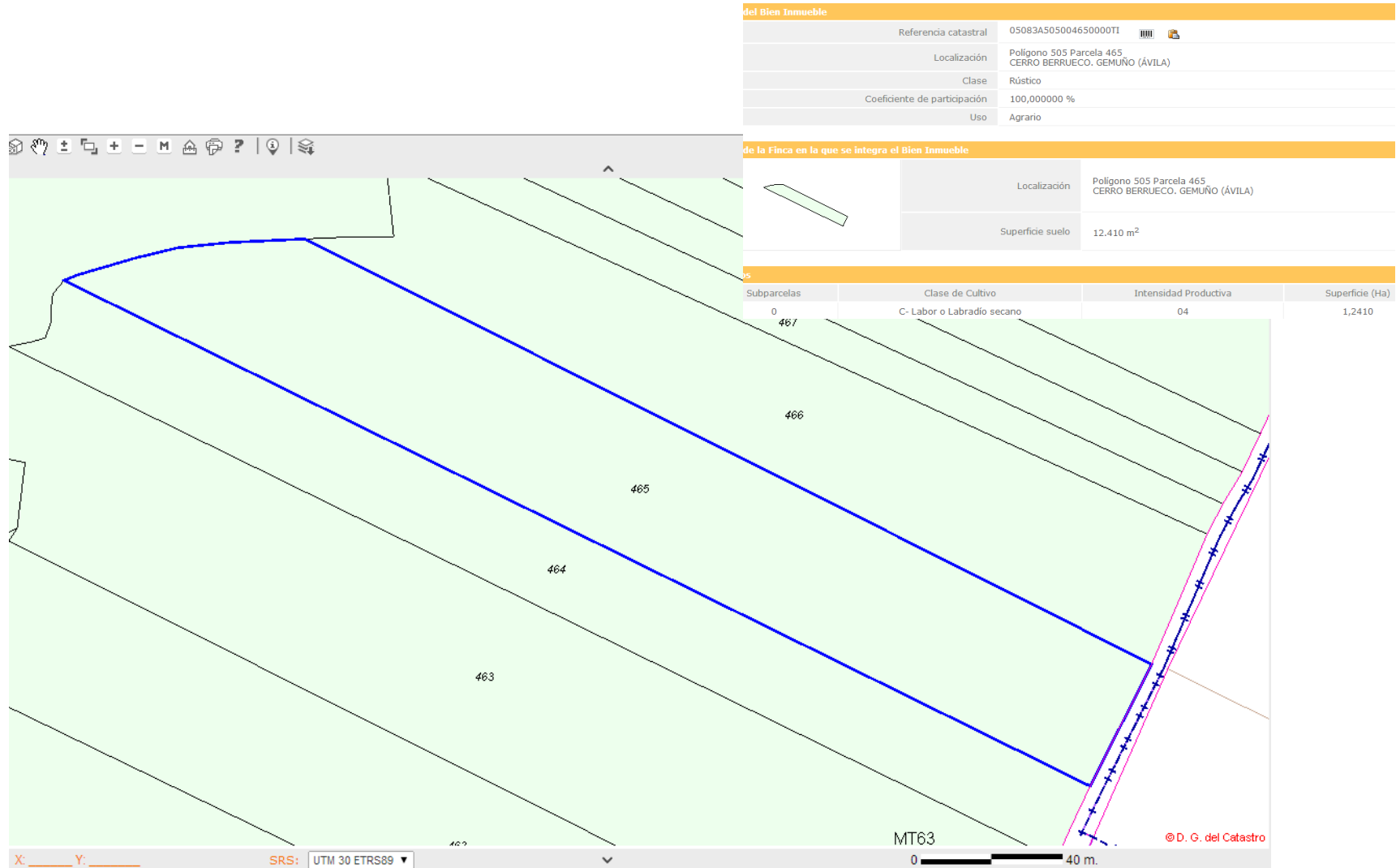
VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila



Anexo.- Nº10
RESTAURACIÓN AMBIENTAL

ANEXO Nº10: RESTAURACIÓN AMBIENTAL

INDICE

1. OBJETO	3
2. RESTAURACIÓN AMBIENTAL	3
3. DISEÑO DE ACTUACIONES	6
3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	6
3.2. PLANTACIONES	6
3.3. SIEMBRAS	7

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto definir y valorar las labores de integración paisajística y de protección frente a la erosión de la zona ocupada por el relleno sanitario.

2. RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Los municipios de La Colilla y Gemuño no están incluidos en zonas LIC ni ZEPA de la Red Natura 2000.

Las actuaciones previstas requieren la definición de las plantaciones y siembras, su distribución, especies adecuadas, tratamiento de las distintas superficies a restaurar y su planificación.

El proyecto prevé la creación de suelo sobre la superficie de sellado del vertedero, la corrección de los suelos alterados colindantes y la implantación de una nueva cubierta vegetal.

De forma general, los trabajos de recuperación vegetal y paisajística requieren las siguientes operaciones:

- Creación de un horizonte superficial del suelo rico en materia orgánica por aporte de tierra vegetal.
- Apertura de hoyos para plantación en dimensiones y espaciamiento adecuados.
- Suministro y plantación de especies arbustivas.
- Siembras.
- Cuidados posteriores.

Los criterios que deberán seguirse para la restauración ambiental son los siguientes:

- Integración del proyecto en el paisaje natural.
- Cicatrización de los impactos producidos en la ejecución del proyecto.
- Protección de las superficies contra la erosión y deslizamientos.

- Recuperación de la vegetación natural.

Como norma general, se seleccionarán especies autóctonas, por entender que en función de las condiciones climáticas y edafológicas, serán las que presenten mejor adaptación al medio y favorezcan en éste la integración de la obra. Asimismo, son especies que pueden encontrarse en viveros y de escaso o nulo mantenimiento.

El clima es un factor ambiental tipo abiótico, condicionante de otros procesos de orden físico y biótico que se producen en el territorio. De él depende, entre otros, la vegetación natural, la erosión y/o el modelo del terreno. De ahí la importancia del clima como factor limitante de la restauración vegetal que se pretende realizar.

La serie de vegetación potencial de la zona a restaurar se ha tomado como referencia para elegir las especies vegetales que pueden vivir en este lugar, atendiendo a criterios climáticos.

Los materiales que se utilizan como material de cubrimiento procederán de parcelas cercanas al emplazamiento del vertedero. A priori, no es posible conocer la naturaleza de este sustrato.

Una elección adecuada debe tener en cuenta, entre otros factores, los climáticos, edafológicos y fitogeográficos. Los dos primeros nos indican las circunstancias básicas y el tercer factor ayudará a conseguir una perfecta armonización del entorno sobre el que se asientan. Otros factores y por orden de importancia que intervendrán en la elección son:

- La protección del suelo contra la erosión.
- El cumplimiento de la finalidad perseguida.
- La disponibilidad de las plantas y las semillas en viveros y casas de distribución y venta.
- Cuidados posteriores que necesitan y rusticidad de las especies.
- Aspectos paisajísticos.

Las especies elegidas son:

Arbustos

Retama (*Retama sphaerocarpa*)

Romero (*Rosmarinus officinalis*)

Escobas (*Cytisus multiflorus*)

Matas

Jara (*Cistus ladanifer*)

Tomillo (*Thymus zygis*)

Herbáceas

Lupinus luteos

Lavandula

Cistus ladanifer

Arbóreas

Quercus robur (roble)

Las zonas de actuación son las del sellado y zonas anexas.

En la zona de sellado de R.U. la tierra vegetal de cobertera tiene escasa profundidad, por ello en estas zonas se sembrarán herbáceas, arbustos y matas, con raíces cortas y en el resto se plantarán árboles tipo encina.

Una vez finalizadas las obras de sellado y nivelación del terreno, se llevará a cabo una limpieza de cualquier resto de material o desperdicio en todo el área de actuación.

A continuación, se procederá al aporte y extendido de material del préstamo y posteriormente a la extensión de compost y mezcla con el suelo.

Finalmente, se procederá a la siembra de herbáceas de forma manual y/o siembra mecanizada. Posteriormente se realizará un primer riego para arbustos y matas.

3. DISEÑO DE ACTUACIONES

3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La tarea de limpieza de todas las superficies donde se va a regresar está contemplada en el proyecto de sellado del vertedero.

La preparación del terreno consistirá en el extendido del material de préstamo para posteriormente mezclarlo superficialmente con compost.

3.2. PLANTACIONES

Primero realizaremos la apertura de los hoyos manualmente. Ésta deberá efectuarse al menos dos semanas antes de que se efectúe la plantación para permitir la ventilación y desintegración del terreno por los agentes atmosféricos, así como su meteorización. Las dimensiones de los hoyos serán de 0,4 x 0,4 x 0,3 m para las especies trepadoras y arbustivas.

El suelo que se extrae en el proceso de apertura se aplicará en los bordes laterales del hoyo, disponiendo en un borde la extraída de los primeros (30-40 cm) y en el otro borde restante, de forma que al rellenar el hoyo vuelva a ocupar la posición primitiva.

El abonado consistirá en la adición de un kilogramo (1 kg) de compost. La forma de aportar el abono será introduciendo en el fondo del hoyo para posteriormente cubrirlo cuidadosamente con una capa de tierra, para evitar el contacto directo del mismo con las raíces, ya que de verificarse este contacto, las raíces se quemarían; o mezclando el abono con la tierra de relleno cuidadosamente, evitando la acumulación del mismo con igual fin.

El relleno del hoyo se realizará apretando la tierra cuidadosamente, por tongadas, de modo que la planta quede firmemente anclada y que no sufran las raíces. Es importante que no queden bolsas de aire junto a las raíces.

La presentación de la planta en el hoyo se hará en el momento de la plantación, de forma que ésta quede vertical.

Debe calcularse que el asiento posterior de la tierra es alrededor del quince por ciento (15 %). Sobre este particular que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse después, se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra.

En toda la plantación se dará finalmente un pequeño tirón a la planta, una vez apisonada la tierra, para que traben sus raíces.

Para finalizar, se realizará alrededor de la planta un alcorque, que facilitará los posteriores riesgos que se puedan dar. Tras la plantación se efectuará un primer riego, proporcionando agua abundante (201 por arbusto y trepadora), y de modo que el agua atravesase el cepellón donde se encuentra las raíces y no se pierda por la tierra más mullida que lo rodea.

La época de plantación será otoño o primavera por este orden de preferencia.

3.3. SIEMBRAS

Cuando se trate de siembras pluriespecíficas, no se mezclarán las distintas semillas antes de su inspección por la Dirección de Obra, que podrá exigir que la siembra se haga separadamente. En efecto, las semillas gruesas (hasta seiscientas o setecientas semillas por gramo) requieren quedar más enterradas que las pequeñas (de mil semillas por gramo, en adelante) siendo conveniente efectuar la siembra de la siguiente manera:

- Se siembran primero las semillas gruesas, pasando a continuación suavemente el rastrillo, el sentido opuesto al último pase que se efectuó.

- A continuación se siembran las semillas finas y se realiza un rastrillado y de nuevo un pase del rulo con el fin de tapar la semilla y asegurar un contacto íntimo entre el suelo y las mismas.

La siembra de cada grupo de semillas, se llevará a cabo en dos mitades; una, avanzando en una dirección cualquiera, y la otra perpendicular a la anterior.

Todas estas operaciones pueden reducirse a una sola cuando se garantice una buena distribución de semilla en una sola pasada y cuando no importe que la semilla gruesa quede someramente tapada.

La época de siembra será otoño o primavera por este orden de preferencia. No se efectuará la siembra en días de fuertes heladas, vientos o con excesiva humedad. Las siembras se realizarán después de las plantaciones.

Cuando por demora en las operaciones de siembra hubiera pasado la época más favorable para este trabajo, o cuando a causa de las condiciones atmosféricas u otros

factores, no sea probable la obtención de resultados satisfactorios, el Director de Obra suspenderá los trabajos, que sólo se reanudarán cuando se estime sean otra vez, favorables las condiciones, o cuando se hayan adoptado medidas y procedimientos alternativos o correctivos aprobados.

Anexo.- Nº11
JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEXO Nº11: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. COSTE DE LA MANO DE OBRA	4
3. COSTE DE LA MAQUINARIA	8
4. COSTE DE LOS MATERIALES	12
5. COEFICIENTE “K” DE LOS COSTES INDIRECTOS	14
6. DESCOMPOSICIÓN DE PRECIOS	17

1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente Anexo con objeto de justificar el importe de los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº1, y que son los que han servido de base para el cálculo y determinación del presupuesto de la obra, para ello se parte de los elementos que forman la unidad, dividiendo el estudio en los siguientes conceptos:

- a) Coste horario de la mano de obra por categorías.
- b) Coste horario de los equipos de maquinaria empleados.
- c) Coste de los materiales a pie de obra.
- d) Costes indirectos.

Con estos valores y teniendo en cuenta los rendimientos correspondientes, de acuerdo con las características de cada unidad de obra, se determinan los precios de las unidades para su aplicación en el presente proyecto.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

- Se considerarán costes directos:
 - La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
 - Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
 - Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
 - Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.
- Se considerarán costes indirectos:
 - Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra.
 - Comunicaciones.
 - Edificación de almacenes.

- Talleres, laboratorios y pabellones temporales para obreros.
- Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra.
- Los imprevistos.

2. COSTE DE LA MANO DE OBRA

Los costes horarios de las categorías profesionales, correspondientes a la mano de obra directa que interviene en los equipos de personal que ejecuta las unidades de obra, se han evaluado teniendo en cuenta las disposiciones oficiales vigentes al efecto. Se ha partido de las bases determinadas por el Vigente Convenio Colectivo de trabajo perteneciente al sector de la Construcción y Obras Públicas (código 0500045), de la provincia de Ávila, para el año 2013.

Se ha tenido en cuenta también la Orden de 21 de mayo de 1979, por la que se modifica parcialmente la de 14 de marzo de 1969, sobre Normas Complementarias del Reglamento General, en la cual se indica que los costes horarios de las distintas categorías laborales se obtendrán mediante la aplicación de expresiones del tipo:

$$C = 1,40 \cdot A + B$$

En la que:

- C = Coste horario para la empresa, en €/hora.
- A = Retribución total del trabajador, de carácter salarial exclusivamente, en €/hora.
- B = Retribución total del trabajador, de carácter no salarial, por tratarse de indemnización de los gastos que ha de realizar como consecuencia de la actividad laboral, gastos de transporte, plus de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc. , en €/hora.

Las retribuciones de carácter salarial y el Plus extrasalarial se especifican en las tablas de retribuciones que figuran en el convenio, para cada categoría laboral. El resto de las percepciones de carácter no salarial, se han calculado de acuerdo con el convenio, para cada concepto.

En el cuadro que aparece en el presente Anexo, se incluyen los valores de A, B, y C para cada categoría profesional, obtenidos aplicando los siguientes criterios:

A. Conceptos Salariales.

- Salario base: Obtenido a partir de las cantidades establecidas para cada categoría profesional en la Tabla Salarial anexa al convenio, devengadas durante 335 días al año.
- Antigüedad consolidada: Se ha considerado como personal fijo de plantilla al de las categorías profesionales incluidas entre los niveles II y VII y personal eventual al de las categorías inferiores. Se ha estimado una antigüedad media, para el personal fijo de plantilla, de nueve años, a la que corresponde un plus de antigüedad de dos bienios más un quinquenio, equivalentes a un 17% sobre el salario base.
- Plus de asistencia: La cuantía, establecida en cómputo anual y para cada nivel, viene fijada en la Tabla Salarial anexa al convenio.
- Plus de peligrosidad: La cantidad establecida corresponde a un incremento del 10% sobre el salario base más plus de asistencia, por la realización de labores que resultes especialmente penosas, tóxicas, o peligrosas (suponiendo que estas funciones se efectuarán durante la mitad de la jornada o en menos tiempos)
- Vacaciones: El importe correspondiente al período de vacaciones consiste en las cantidades fijadas para cada categoría profesional, en la Tabla Salarial anexa al convenio.
- Gratificaciones extraordinarias: La cuantía de las pagas extraordinarias de junio y diciembre se obtiene de la Tabla Salarial anexa al convenio.

B. Conceptos no salariales.

- Plus extrasalarial: Para suplir los gastos originados por el transporte (hasta 4 kilómetros de distancia), y la limpieza de la ropa de trabajo, se establece un plus único extrasalarial, cuya cuantía, en cómputo anual y para cada nivel, es la fijada en la Tabla Salarial anexa.
- Plus de distancia: Se ha estimado que los trabajadores realizan una media de 15 km desde su residencia habitual para acudir a los sus puestos de trabajo. Por lo tanto percibirán en concepto de plus de distancia el importe de 0,21 €/kilómetro, descontando los de ida y los de vuelta.

- Plus de desgaste de herramientas: Se establece, exclusivamente para los oficiales, en la cuantía de 0,81 € por día efectivamente trabajado (considerando 219 días de trabajo efectivo).
- Dietas: Se abonará dieta completa para el personal fijo desplazado y media dieta para el personal eventual, devengándose por día efectivo trabajado.
- Indemnización por cese: Se establece una indemnización por cese del personal eventual, del 4,5 % calculada sobre los conceptos salariales de tablas del convenio.
- Seguro de vida y accidentes: Para el caso de indemnizaciones por accidente de trabajo o enfermedad profesional, las empresas vendrán obligadas a suscribir una póliza de seguro. Se han realizado consultas a diferentes compañías aseguradoras para calcular la prima anual que cubra las cantidades señaladas en el convenio.

Aplicando a todos los conceptos mencionados anteriormente la expresión:

$$C = 1,40 \cdot A + B$$

Se obtiene el coste total que supone para la empresa cada una de las categorías profesionales. Según el Convenio, la jornada anual de trabajo será de 1.746 horas de trabajo efectivo. Para la corrección de las horas de la jornada anual, se estima que un 5% de las mismas se pierden en concepto de absentismo laboral, formación, inclemencias del tiempo... quedando reducida la jornada a un total de 1.659 horas.

Por tanto, aplicando la expresión:

$$Ch = C/1.659$$

Se obtiene el valor Ch = coste horario de la mano de obra.

A continuación, se incluye el cuadro justificativo de los costes de Mano de Obra, calculados según el procedimiento expuesto anteriormente.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

COSTE DE LA MANO DE OBRA

Convenio para el sector de la Construcción y Obras Públicas (código 0500045) de Ávila 2013

<i>Categoría Profesional</i>	<i>Encargado</i>	<i>Capataz</i>	<i>Oficial 1ª</i>	<i>Oficial 2ª</i>	<i>Ayudante</i>	<i>Peón Espec.</i>	<i>Peón Ordin.</i>
<i>Nivel salarial</i>	<i>V</i>	<i>VII</i>	<i>VIII</i>	<i>IX</i>	<i>X</i>	<i>XI</i>	<i>XII</i>

A-COSTES SALARIALES							
Salario base día	1.193,80	26,63	26,63	26,63	26,63	26,63	26,63
Plus asistencia		2.685,31	2.458,79	2.292,57	2.140,40	2.005,98	1.839,17
Plus extra salarial anual		719,31	719,31	719,31	719,31	719,31	719,31
Pagas extras	1.524,70	1.304,16	1.299,68	1.276,28	1.249,36	1.217,68	1.197,91
Vacaciones	1.524,70	1.304,16	1.299,68	1.276,28	1.249,36	1.217,68	1.197,91
Total año (335 días)	17.705,90	16.238,15	15.998,19	15.761,77	15.528,84	15.299,36	15.073,26
Coste Horario (1.752 h)	10,11	9,27	9,13	9,00	8,86	8,73	8,50
B-COSTES NO SALARIALES							
K · A (1,4 · A)	14,15	12,98	12,76	12,60	12,41	12,23	12,04
Seguridad Social (32,1–4,70%) Sobre Salariales	4.851,42	4.449,25	4.383,50	4.318,72	4.254,90	4.192,02	4.130,07
Seguro de Accidentes, Desempleo y Otros 15,35%	2.717,86	2.492,56	2.455,72	2.419,43	2.383,68	2.348,45	2.313,75
TOTAL AÑO	7.589,27	6.941,81	6.839,23	6.738,16	6.638,58	6.540,48	6.443,82
Coste Horario (1.752 h)	4,32	3,96	3,90	3,85	3,79	3,73	3,68
C-COSTE HORARIO TOTAL							
C = 1,4 · A + B	18,47	16,94	16,69	16,44	16,20	15,96	15,72

3. COSTE DE LA MAQUINARIA

Para el cálculo del coste horario de la maquinaria, se tienen dos métodos:

El primer método de cálculo es el método descrito en el “Manual de costes de maquinaria” de Seopan-Atemcop, editado en Madrid en Enero de 2008.

Este manual mantiene los criterios generales del MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA OBTENCIÓN DEL COSTE DE MAQUINARIA EN OBRAS DE CARRETERAS, editado por primera vez en 1964 por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, en el que se expone la asistemática adoptada para el cálculo de los costes, así como su estructura.

El objeto de este método de cálculo se centra en la valoración del coste directo de los equipos a emplear en la ejecución de las unidades de obra.

Este coste directo es la suma de:

- Coste intrínseco, relacionado directamente con el valor del equipo.
- Coste complementario, independiente del valor del equipo y relacionado con los costes de personal y consumos.

El coste intrínseco, se considera proporcional al valor de la maquinaria y está formado por:

- Interés del capital invertido en la maquinaria (im)
- Seguros y otros gastos fijos (s)
- Reposición del capital invertido (Ad)
- Reparaciones generales y conservación (M + C)

Para la estimación del coste intrínseco se utilizan unos coeficientes que indican el % del valor de reposición de la máquina que representa cada uno de ellos. Estos coeficientes son:

- Coeficiente del coste intrínseco por día de disposición: cd, que se compone de dos sumando:
 - Coeficiente de costes de intereses y seguros.
 - Coeficiente de reposición de capital por día de disposición.
- Coeficiente de coste intrínseco por hora de funcionamiento: ch, que se compone de:
 - Coeficiente de reposición de capital por hora de funcionamiento.

- Coeficiente de coste de reparaciones y conservación por hora de funcionamiento.

Con ayuda de estos coeficientes se calcula el coste intrínseco de una máquina para un período de D días de disposición, en los cuales ha funcionado H horas. El coste complementario, no depende del valor de la máquina, aunque depende de otras características de la misma, y estará constituido por:

- La mano de obra, necesaria para el manejo y conservación de la maquinaria (según el convenio vigente).
- El consumo, tanto principal como secundario, imprescindible para el funcionamiento de los equipos.

Con respecto a la mano de obra, normalmente se considerará un maquinista, con la colaboración de algún ayudante o peón.

Con relación a los consumos, éstos pueden clasificarse en dos tipos:

- Principales: gasóleo, gasolina y energía eléctrica, que varían fundamentalmente con las características del trabajo y estado de la maquinaria.

Supuestas unas condiciones normales de la máquina y del trabajo a ejecutar, se puede considerar, como promedio, que los consumos principales sean:

- Gasóleo..... 0,15 a 0,20 litros consumidos en 1 hora por Kw instalado
- Gasolina..... 0,30 a 0,40 litros consumidos en 1 hora por Kw instalado
- Energía eléctrica..... 0,60 a 0,70 Kwh por Kw instalado

Los precios establecidos para los carburantes son los existentes en el mercado, en la fecha de redacción del proyecto (sin IVA). (moraleja,...peor)

- Secundarios: Se estimarán como un porcentaje sobre el coste de los consumos principales, estando constituidos por materiales de lubricación y accesorios para los mismos fines.

Los porcentajes considerados sobre el coste de los consumos principales serán:

- Para máquinas con motor de gasóleo20%
- Para máquinas con motor de gasolina10%
- Para accionamiento por energía eléctrica5%

En el presente anexo se ha utilizado un segundo método de cálculo:

El segundo método de cálculo para determinar el coste horario de la maquinaria de obra obtiene el resultado por aplicación de la siguiente fórmula del Coste Medio de Hora de Funcionamiento efectivo:

$$Ch = \left(\frac{V}{Hua} \right) + \left(\frac{V}{Hua} \cdot \frac{I + Sm}{100} \right) + \left(\frac{V}{Hua} \cdot \frac{M + C}{100} \right) + \frac{MO}{Hua} + \left(1 + \frac{a}{100} \right) \cdot c$$

Donde:

Ch: Coste medio de la hora de funcionamiento (euros/hora)

V: Coste o valor de la maquinaria a su adquisición (euros)

MO: Coste anual de la mano de obra necesaria para el funcionamiento de la maquinaria

I: Interés medio virtual equivalente.

Sm: Seguros en tanto por ciento

Ht: Promedio estadístico de las horas efectivas de la máquina en su vida (horas)

Hua: Promedio estadístico de las horas efectivas de la máquina al año (horas/año)

M+C: Gastos de reparación y mantenimiento en tanto por ciento sobre el coste de adquisición.

c: Consumo específico o unitario (1/cv/h)

a: Consumo secundario en %

Aplicando dicha fórmula a cada una de las máquinas susceptibles de ser utilizadas en la ejecución de la obra se obtienen los costes medios por hora de funcionamiento para cada una de ellas, los cuales figuran a continuación:

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Código	Uds.	Descripción	Precio
Maquinaria			
M01DA040	h.	Bomba autoaspirante diesel 32 CV	7,27
M01HA010	h.	Autob.hormig.h.40 m3,pluma<=32m.	122,88
M02GE010	h.	Grúa telescópica autoprop. 20 t.	46,59
M02GE020	h.	Grúa telescópica autoprop. 25 t.	54,65
M03HH020	h.	Hormigonera 200 l. gasolina	0,80
M05EC020	h.	Excavadora hidráulica cadenas 135 CV	54,00
M05EC030	h.	Excavadora hidráulica cadenas 195 CV	69,50
M05EC040	h.	Excavadora hidráulica cadenas 310 CV	96,00
M05EN020	h.	Excav.hidráulica neumáticos 84 CV	39,67
M05EN030	h.	Excav.hidráulica neumáticos 100 CV	39,67
M05PN010	h.	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	38,01
M05RN010	h.	Retrocargadora neumáticos 50 CV	29,00
M05RN020	h.	Retrocargadora neumáticos 75 CV	34,00
M05RN030	h.	Retrocargadora neumáticos 100 CV	40,00
M06AR030	h.	Equipo perforación rotoperCUSión	206,85
M06CM030	h.	Compre.port.diesel m.p. 5 m3/min 7 bar	2,40
M06MR230	h.	Martillo rompedor hidráulico 600 kg.	9,26
M07CA010	h.	Camión bañera 18 m3 325 CV	45,00
M07CB020	h.	Camión basculante 4x4 14 t.	36,00
M07CG020	h.	Camión con grúa 12 t.	54,00
M07N030	m3	Canon suelo seleccionado préstamo	0,72
M07N070	m3	Canon de gestor	63,00
M07W011	t.	km transporte de piedra	0,10
M07W080	t.	km transporte tierras en obra	0,12
M07W090	t.	km transporte prefabricados	0,08
M07W110	m3	km transporte hormigón	0,20
M08CA110	h.	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	28,00
M08NM010	h.	Motoniveladora de 135 CV	46,00
M08NM020	h.	Motoniveladora de 200 CV	56,52
M08RB020	h.	Bandeja vibrante de 300 kg.	3,60
M08RI010	h.	Pisón vibrante 70 kg.	2,30
M08RL010	h.	Rodillo vibrante manual tándem 800 kg.	4,80
M08RL020	h.	Rodillo vibrante patacabra 300 kg	5,50
M08RN040	h.	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t.	42,00
M10MH010	h.	Hidrosembr. s/remolque 1400 l.	51,26
M10PN005	h.	Motocultor 120 cm. 4 ruedas	34,75
M11HV040	h.	Aguja neumática s/compresor D=80mm.	0,75
MAQ012	h	Remolque esparcidor con tractor	24,00

4. COSTE DE LOS MATERIALES A PIE DE OBRA

Para la determinación del coste de los materiales a emplear en la ejecución de las obras que componen el presente proyecto, se han consultado con los principales proveedores, tanto de la zona como nacionales, así como las distintas bases de precios de uso habitual.

Se considera la necesidad de adquirir en canteras externas todos los áridos a emplear en la fabricación de hormigones o mezclas bituminosas.

El coste de los materiales a pie de obra se calcula incrementando los precios de adquisición en origen con los costes de carga, transporte, descarga y operación.

Para aquellos tipos de materiales que son susceptibles de sufrir merma, pérdida, o rotura, inevitables en su manipulación, se ha considerado que la misma supondría un incremento entre el 1 y el 5% de su coste a pie de obra.

Realizada la investigación de mercado necesaria para determinar los costes de adquisición, el cálculo de sus costes de carga, descarga, y manipulación, y el incremento que el coste deberá sufrir, cuando sea necesario, por merma y otros, se ha obtenido una relación de costes de materiales a pie de obra que se relacionan a continuación.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Código	Uds.	Descripción	Precio
			Material
A02A080C		Chapado de piedra e= 8-10cm	28,72
ALPAVALL	m	Alambre	0,20
CHIPVCLIX	UD	Chimenea de ventilación	18,79
DEPPRE5	UD	Depósito prefabricado de hormigón con tapa 3m3	662,67
M07N020	m3	Arena de río	6,36
M13EF020	m2	Encof.panel metal.5/10 m2. 50 p.	1,77
M13EF040	m.	Fleje para encofrado metálico	0,20
M13EM030	m2	Tablero encofrar 22 mm. 4 p.	1,41
M13EP020	m2	Panel cha.acero 400x100cm.(400p)	2,29
MAT005	t	Arido rodado clasificado 20/40mm	5,20
MAT015	t	Compost cargado en planta	8,16
MAT018	kg	Sustrato vegetal fertilizado	0,02
MAT023	UD	Rosmarinus officinalis 20-30cm	0,48
MAT027	m	Poste tubo galvanizado 80x40x2mm	5,10
MAT034	m2	geocompuesto drenant.	1,84
O01OA071	m2	Geomembrana PEHD e=2 mm	3,90
P01AA020	m3	Arena de río 0/6 mm.	9,32
P01AE020	t.	Escollera de 1.000 kg	7,45
P01AF010	t.	Zahorra nat. ZN(50)/ZN(20), IP=0	2,68
P01CC020	t	CEMENTO CEM II/A-P 32,5 R sacos	69,42
P01DC010	l.	Desencofrante p/encofrado metálico	1,01
P01DW050	m3	Agua	0,48
P01EB010	m3	Tablón pino 2,50/5,50x205x76	103,22
P01HM010	m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	42,12
P01HM020	m3	Hormigón HM-20/P/40/I central	49,29
P01RF310	m2	Geoestera Compoestera	2,06
P01RS100	UD	Cartel obras modelo J.C.y L.	490,29
P01UC030	kg	Puntas 20x100	4,60
P02EAH010	UD	Arq.HA c/zunch.sup-fondo ciego 60x60x80	37,62
P02EAH020	UD	Arq.HM c/zunch.sup-fondo ciego 40x40x40	19,28
P02EAT090	UD	Tapa/marco fundición 40x40cm	35,88
P02EAT120	UD	Marco/tapa cuadrada HA 60x60cm	12,04
P02EPH110	UD	Cono mach.circ.HM h=1,0m D=600/1000	29,55
P02EPT020	UD	Cerco/tapa FD/40Tn junta insonoriz.D=60	33,40
P02EPW010	UD	Pates PP 30x25	2,00
P02RHF010	m.	T.HM machihembrado D=600 perforado	31,15
P02RPD040	m.	Tubo drenaje PE corrug.doble D=110mm	4,62
P02RVC060	m.	Tub.dren. PE corr.simple SN2 D=160mm	3,98
P02RVC060B	m.	Tub.dren. PVC corr.simple SN2 D=160mm	3,52
P02THM060	m.	Tubo HM j.machihembrada D=600mm	46,99
P02TP210	m.	Tubo HDPE corrugado SN8 D=200mm	7,87
P02TVC020	m.	Tub.PVC corrug.doble j.elást SN8 D=200mm	8,58
P03AC110	kg	Acero co. elab. y arma. B 500 S	0,63
P06BG060	m2	Geotextil 200 gr/m2	0,62
P06BG320	m2	Filtro geotextil 125 g/m2	0,53
P13VP120	UD	Poste galv. D=48 h=2 m. escuadra	7,50
P13VP130	UD	Poste galv. D=48 h=2 m.intermedio	5,79

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Código	Uds.	Descripción	Precio
P13VP140	UD	Poste galv. D=48 h=2 m. jabalcón	6,99
P13VP150	UD	Poste galv. D=48 h=2 m. tornapunta	5,47
P13VS040	m2	Malla S/T gal.plast. 50/14-17 V.	1,60
P13VT140	m2	Cancela tubo acero laminado frío	23,94
P27EW050	m.	Poste IPN 200 galvanizado	28,22
P27EW120	UD	Placa anclaje sustent. paneles	11,15
P28DA010	m3	Tierra vegetal limpia	7,04
P28DA080	kg	Substrato vegetal fertilizado	0,34
P28DA090	kg	Mulch hidrosembra	0,37
P28DA130	kg	Substrato vegetal fertilizado	0,44
P28DS065	kg	Estabilizante orgánico de suelos	2,01
P28DS070	l.	Mezcla completa hidrosiembra	0,85
P28EC340	UD	Populus bolleana. cep	1,22
P28EH010	UD	Cistus ladanifer 20-30 cm. cont.	0,80
P28EH020	UD	Lavandula spp. 30-50 cm. cont.	0,73
P28EH070	UD	Thymus vulgaris 20-40 cm. cont.	0,94
P28PW010	UD	Piqueta metál.sujec.redes y mal	0,17
P28PW020	UD	Grapa metál.sujec.redes y malla	0,14
P31SV020	UD	Señal cuadrada 80X90cm	96,59
PMADTRA1	UD	Poste de madera tratada para vallado	5,44

5. COSTES INDIRECTOS

Para la determinación de los costes indirectos se aplica lo prescrito en el artículo 130 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y en los artículo 9 a 13 de la Orden del 12 de Junio de 1968.

En la mencionada orden se indica, que serán “costes indirectos aquellos gastos que no son imputables directamente a unidades concretas, sino al conjunto de la obra”. El artículo 3º de esta orden define el coeficiente K como el porcentaje correspondiente a “costes indirectos”. El valor de K está compuesto por dos sumandos:

$$K = K_1 + K_2$$

Siendo:

K_1 : porcentaje que resulta de la relación entre la valoración de los costes indirectos y el importe de los costes directos de la obra.

$$K_1 = \frac{\text{Valoración de los costes indirectos}}{\text{Importe de los costes directos de la obra}} \times 100$$

K_2 : porcentaje correspondiente a imprevistos.

$$K_2 = 1\% \text{ (por tratarse de obra terrestre)}$$

A la vista de las condiciones de la obra a ejecutar, se estima que el porcentaje K correspondiente a costes indirectos es:

$$K = K_1 + K_2 = 5 + 1 \approx 6\%$$

I) PERSONAL ADSCRITO A LA OBRA

UD	CONCEPTO	IMPORTE (en Euros)		
		Mensual	Parcial	TOTAL
	PERSONAL TÉCNICO			
0,15	Ingeniero Técnico de Minas	2.771,62	415,74	
0,15	Ingeniero Técnico Topógrafo	2.771,62	415,74	
0,50	Auxiliares (Encargado)	2.479,84	1.239,92	
	PERSONAL ADMINISTRATIVO			
0,15	Auxiliares administrativos	1.989,25	298,39	
A) Importe mensual de los gastos de personal.				2.369,79

II) GASTOS IMPUTABLES AL CONJUNTO DE LA OBRA

UD	CONCEPTO	IMPORTE (en Euros)		
		Mensual	Parcial	TOTAL
	FUNCIONAMIENTO Y EQUIPAMIENTO			
1 ud	Comunicación	70,00	100,00	
1 ud	Vehículos	150,00	150,00	
1 ud	Consumo servicios	100,00	100,00	
B) Importe mensual de los gastos de funcionamiento y equipamiento				350,00

UD	CONCEPTO	IMPORTE (en Euros)		
		Euros/m ²	Parcial	TOTAL
	INSTALACIONES			
10 m ²	Oficina a pie de obra	50,00	500,00	
10 m ²	Almacenes	50,00	500,00	
C) Importe total de los gastos de instalaciones de obra.				1.000,00

Teniendo en cuenta que el plazo previsto para la ejecución de las obras es de (D) 6 meses para las propuestas de La Colilla y 12 meses para la Gemuño y aplicando la expresión:

$$C_1 = (A + B) \times D + C$$

Se obtiene:

La Colilla

$$C_1 = (2369,79 + 350,00) \cdot 6 + 1.000,00 = 17.318,7$$

Siendo el Presupuesto de Ejecución Material de la obra la cantidad de 251.406,01 € resulta que:

$$K_1 = \frac{17.318,7}{251.406,01} \cdot 100 = 6,89\%$$

$K_2 = 1\%$ (obra terrestre)

Por lo tanto, el porcentaje K correspondiente a costes indirectos es:

$$K = K_1 + K_2 = 6,89 + 1 = 7,89 \%$$

Gemuño

$$C_1 = (2369,79 + 350,00) \cdot 6 + 1.000,00 = 17.318,7$$

Siendo el Presupuesto de Ejecución Material de la obra la cantidad de 251.406,01 € resulta que:

$$K_1 = \frac{17.318,7}{1.352.229,39} \cdot 100 = 1,28\%$$

$K_2 = 1\%$ (obra terrestre)

Por lo tanto, el porcentaje K correspondiente a costes indirectos es:

$$K = K_1 + K_2 = 1,28 + 1 = 2,28 \%$$

6. DESCOMPOSICIÓN DE PRECIOS

PRECIOS DESCOMPUESTOS					
Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
1	m ³	Excavación, carga y tte.de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero			
	h	Excav. hidr. Cadenas 135 cv	0,017	54,00	0,92
	h	Camión basculante 4x4 14 t.	0,015	36,00	0,54
	h	Capataz	0,002	16,94	0,03
		Mano de obra			0,03
		Maquinaria			1,46
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,57 €
2	m ³	Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado			
	h	Rodillo vibrat. Autopor.mixto 15t	0,007	42,00	0,29
	h	Capataz	0,002	16,94	0,03
	h	Peón ordinario	0,003	15,72	0,05
	h	Camión basculante 4x4 14tm	0,004	36,00	0,14
	h	Motoniveladora 135 cv	0,007	46,00	0,32
	h	Cisterna agua s/camión 10.000l	0,007	28,00	0,20
	h	Pala cargadora neumáticos 85cv/1,2 m3	0,004	38,01	0,15
	t	Km transporte arcilla	12,000	0,09	1,08
	t	Arcilla nat. seleccionada	0,760	3,24	2,46
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		Material			2,46
		Medic. aux. y Resto obra			1,08
		C.Indirectos			0,20
		Total			4,92 €
3	m ³	Excavación en zanja en terreno sin clasificar, con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación.			
	h	Excav. hidr. Cadenas 135 cv	0,050	54,00	2,70
	h	Camión basculante 4x4 14 t.	0,020	36,00	0,72
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Peón ordinario	0,010	15,72	0,16
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			3,42
		D. Indirectos			0,18
		Total			3,93 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
4	m ³	Formación de capa de sellado con terreno arcilloso (o no), con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.			
	h	Excav. hydr. Cadenas 135 cv	0,010	54,00	0,54
	h	Camión basculante 4x4 14 t.	0,012	36,00	0,43
	h	Rodillo vibrat. Autopor.mixto 15t	0,003	42,00	0,13
	h	Capataz	0,005	16,94	0,08
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		C. Indirectos			0,07
		Total			1,25 €
5	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 200 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
	h	Bandeja vibrante de 300 kg.	0,050	3,60	0,18
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Oficial de primera	0,050	16,69	0,83
	h	Peón ordinario	0,050	15,72	0,79
	m.l.	Tubo drenaje corrugado PEØ200mm	1,010	3,98	4,02
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			4,02
		C. Indirectos			0,62
		Total			6,61 €
6	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
	h	Bandeja vibrante de 300 kg.	0,050	3,60	0,18
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Oficial de primera	0,050	16,69	0,83
	h	Peón ordinario	0,050	15,72	0,79
	m.l.	Tubo drenaje corrugado PEØ225mm	1,010	5,25	5,30
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			5,30
		C.Indirectos			0,62
		Total			7,89 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
7	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
	h	Bandeja vibrante de 300 kg.	0,050	3,60	0,18
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Oficial de primera	0,050	16,69	0,83
	h	Peón ordinario	0,050	15,72	0,79
	m.l.	Tubo drenaje corrugado PEØ280mm	1,010	6,75	6,82
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			6,82
		C. Indirectos			0,62
		Total			9,41 €
8	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
	h	Bandeja vibrante de 300 kg.	0,050	9,08	0,18
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Oficial de primera	0,050	16,69	0,83
	h	Peón ordinario	0,050	15,72	0,79
	m.l.	Tubo drenaje corrugado PEØ355mm	1,010	9,35	9,44
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			9,44
		C.Indirectos			0,62
		Total			12,03 €
9	m ³	Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.			
	h	Pala cargadora 85 cv/1,2 m3	0,020	38,01	0,76
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Peón ordinario	0,010	15,72	0,16
	t	Km transporte árido	0,09	20,00	1,8
	t	Árido rodado clasificado 20 – 40 mm	1,650	5,20	8,58
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,76
		Material			8,58
		C.Indirectos			0,20
		Total			9,87 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
10	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares.			
	h	Hormigonera 200 l gasolina		0,80	
	h	Camión con grúa 6 tm	0,700	45,00	31,50
	h	Oficial primera	3,500	16,69	58,42
	h	Peón especializado	1,700	15,96	27,13
	h	Peón ordinario	0,002	15,72	0,03
	m3	Arena de río 0/5 mm	0,200	9,32	1,86
	t	Cemento CEM II/A-P 32,5 R sacos		69,42	
	m3	Agua		0,48	
	m3	Hormigón HA-25/P/40/I en obra	0,283	55,89	15,82
	ud	Ani.pozo machie.circ.HM h=0,5m D=1000	1,000	33,63	33,63
	ud	Ani.pozo machie.circ.HM h=1,25m D=1000	1,000	68,82	68,82
	ud	Cono pozo mach.circ.HM h=1,0m D=600/1000	1,000	29,55	29,55
	ud	Cerco/tapa FD/40Tn junta insonoriz. D=60	1,000	33,40	33,40
	ud	Pates PP 30x25	8,000	3,82	30,56
	m2	Malla 15x30x5 -1,424 kg/m2	1,131	0,78	0,88
		Mano de obra			85,58
		Maquinaria			31,50
		Material			214,52
		C.Indirectos			21,90
		Total			353,50 €
11	m3	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para regularización y cubrición.			
	h	Excav. hidráulica cadenas 135 cv	0,008	54,00	0,43
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,008	36,00	0,29
	h	Motoniveladora 135 cv	0,005	46,00	0,23
	h	Rodillo pata de cabra	0,003	35,45	0,11
	t	Km transporte tierras	0,12	6,00	0,72
	m3	Tierras	1,000	1,50	1,50
		Maquinaria			1,06
		Material			1,50
		Medic. Aux. y Resto obra			0,72
		C. Indirectos			0,15
		Total			3,43 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
12	m ²	Geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m2, < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.			
	h	Retroexcavadora mixta	0,001	38,01	0,04
	h	Peón ordinario	0,010	15,72	0,16
	m ²	Lámina Geotextil Propileno 200 g/m2	1,000	0,62	0,62
		Mano de obra			0,16
		Maquinaria			0,04
		Material			0,62
		C. Indirectos			0,05
		Total			0,87 €
13	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m2 con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m2 incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.			
	h	Retroexcavadora mixta	0,010	38,01	0,38
	h	Peón especializado	0,010	15,96	0,16
	h	Peón ordinario	0,010	15,72	0,16
	m2	Geodren 4 mm + 2 geotextil 120 g	1,010	2,60	2,63
		Mano de obra			0,32
		Maquinaria			0,38
		Material			2,63
		C.Indirectos			0,20
		Total			3,53 €
14	m.l.	Formación, perfilado y refino de cunetas de sección triangular en tierra, según planos, totalmente terminada.			
	h	Motoniveladora de 135 cv	0,025	46,00	1,15
	h	Retroexcavadora mixta	0,008	38,01	0,30
	h	Capataz	0,025	16,94	0,42
		Mano de obra			0,42
		Maquinaria			1,45
		C.Indirectos			0,11
		Total			1,98 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
15	m2	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m2, incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.			
	h	Pala cargadora neumát. 85 cv/1,2 m3	0,001	38,01	0,04
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,001	36,00	0,04
	h	Remolque esparcidor con tractor	0,001	24,00	0,02
	h	Motocultor 120 cm 4 ruedas	0,010	34,75	0,35
	h	Capataz	0,001	16,94	0,02
	h	Peón ordinario	0,001	15,72	0,02
	t	Compost cargado en planta	0,006	8,16	0,05
		Mano de obra			0,04
		Maquinaria			0,45
		Material			0,05
		C.Indirectos			0,03
		Total			0,57 €
16	m.l.	Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.			
	h	Capataz	0,090	16,94	1,52
	h	Peón ordinario	0,700	15,72	11,00
	t	Árido rodado clasificado 20/40 mm	0,816	5,20	4,24
	t	Km transporte grava	0,09	20,00	1,80
	m.l.	Tubo PEAD Ø225mm	1,010	4,68	4,73
		Mano de obra			12,52
		Material			8,97
		Medic. Aux. y Resto obra			1,80
		C.Indirectos			1,6
		Total			24,89 €
17	ud	Cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
	h	Oficial de primera	0,003	16,69	0,05
	h	Peón especializado	0,040	15,96	0,64
	ud	Cistus ladanifer 1 sav. cf. 20-30 cm cont.	1,000	0,80	0,80
		Mano de obra			0,69
		Material			0,80
		C.Indirectos			0,13
		Total			1,62 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
18	ud	Thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
	h	Oficial de primera	0,003	16,69	0,05
	h	Peón especializado	0,040	15,96	0,64
	ud	Thymus vulgaris 1sav.cf.7.20-40cm cont	1,000	0,94	0,94
		Mano de obra			0,69
		Material			0,94
		C. Indirectos			0,13
		Total			1,76 €
19	ud	Cytisus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
	h	Oficial de primera	0,003	16,69	0,05
	h	Peón especializado	0,040	15,96	0,64
	ud	Retama monosperma 1 sav. cf. 105	1,000	1,60	1,60
		Mano de obra			0,69
		Material			1,60
		C. Indirectos			0,14
		Total			2,43 €
20	m2	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.			
	h	Oficial de primera	0,002	16,69	0,03
	h	Peón especializado	0,010	15,96	0,16
	kg	Materia orgánica esp.	0,150	0,50	0,08
	kg	Abono mineral NPK 15-15-15	0,080	0,10	0,01
	kg	Mezcla semillas	0,030	3,00	0,09
	kg	Mulch hidrosiembra	0,055	0,37	0,02
	kg	Estabilizante orgánico de suelos.	0,020	2,17	0,04
		Mano de obra			0,19
		Material			0,24
		C. Indirectos			0,03
		Total			0,46 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
21	ud	Instalación de piezómetros a situar por la D.O., prof. de 10 metros formado por tubería drenante de PE Ø110 mm, incluso arqueta de registro 40x40 cm con tapa de registro, totalmente terminado.			
	h	Hormigonera 200l. gasolina	0,080	7,69	0,62
	h	Excav. Hidr. neumáticos 100 cv	3,000	39,67	119,01
	h	Martillo rompedor hidra. 600 kg	3,000	18,59	55,77
	h	Oficial de primera	3,000	16,69	50,07
	h	Peón ordinario	3,340	15,72	52,50
	m3	Arena de río 0/5 mm	0,195	9,32	1,82
	t	Cemento CEM II/A-P 32,5 R sacos	0,088	69,42	6,11
	m3	Agua	0,052	0,48	0,02
	m3	Hormigón HM-20/P/20/I obra	2,215	55,89	123,80
	m.l.	Tubo PEAD D=110 mm	10,000	2,89	28,90
	ud	Tapa 40x40 cm con herrajes seguridad	1,000	86,50	86,50
		Mano de obra			102,57
		Maquinaria			175,40
		Material			247,15
		C. Indirectos			41,09
		Total			566,21 €
22	ud	Cartel informativo de 0,70x0,50 m (<i>"prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero"</i>) de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.			
	h	Ahoyadora	0,350	21,04	7,36
	h	Capataz	0,500	16,94	8,47
	h	Oficial de segunda	0,500	16,44	8,22
	h	Peón ordinario	0,500	15,72	7,86
	m3	Hormigón HM-20/P/20/I en obra	0,350	55,89	19,56
	m2	Panel chapa galvanizada pintada	0,350	91,41	31,99
	m.l.	Poste galvanizado 80x40x2 mm	3,000	5,71	17,13
	m.l.	Poste galvanizado 100x50x3 mm	3,000	12,48	37,44
		Mano de obra			24,55
		Maquinaria			7,36
		Material			106,12
		C. Indirectos			9,11
		Total			147,02 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
23	ud	Cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.			
	h	Ahoyadora	0,500	21,04	10,52
	h	Capataz	1,500	16,94	25,41
	h	Oficial de segunda	1,500	16,44	24,66
	h	Peón ordinario	1,500	15,72	23,58
	m3	Hormigón HM-20/P/20/I obra	0,400	55,89	22,36
	kg	Acero co.elab. y arma. B 500 S	10,00	0,63	6,30
	ud	Panel aluminio extrus. pintado	1,000	750,00	750,00
	m.l.	Poste IPN 180 galvanizado	1,000	38,19	38,19
	m.l.	Poste IPN 200 galvanizado	1,000	44,68	44,68
	m.l.	Poste IPN 240 galvanizado	1,000	54,41	54,41
	ud	Placa anclaje susten. paneles	1,000	11,15	11,15
		Mano de obra			73,65
		Maquinaria			10,52
		Material			927,09
		C. Indirectos			56,35
		Total			1067,6 €
24	m.l.	Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central			
	h	Cuadrilla A	0,290	39,38	11,42
	m2	Malla S/T gal.plas. 50/14-17 V	2,000	1,60	3,20
	ud	Poste galv. Ø48mm, h=2m intermedio	0,300	5,79	1,74
	ud	Poste galv. Ø48mm, h=2m escuadra	0,080	7,50	0,60
	ud	Poste galv. Ø48mm, h=2m jabalcón	0,080	6,99	0,56
	ud	Poste galv. Ø48mm, h=2m tornapunta	0,080	5,47	0,44
	m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	0,008	42,12	0,34
		Mano de obra			11,42
		Material			6,88
		C.Indirectos			1,10
		Total			19,40 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
25	m2	Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm3 de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.			
	h	Oficial de primera	0,020	16,69	0,33
	h	Ayudante	0,020	16,20	0,32
	m2	Geomembrana PEAD e=2 mm	1,000	3,90	3,90
	h	Retrocargadora neumáticos 50cv.	0,012	29,00	0,35
		Mano de obra			0,65
		Maquinaria			0,35
		Material			3,90
		C. Indirectos			0,29
		Total			5,19 €
26	m3	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.			
	h	Capataz	0,007	16,94	0,12
	h	Peón ordinario	0,008	15,72	0,12
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,010	36,00	0,36
	h	Motoniveladora 135 cv	0,010	46,00	0,46
	h	Cisterna agua s/camión 10.000l	0,010	28,00	0,28
	h	Rodillo vibrante autopropul.mixto 15tm	0,010	42,00	0,42
	h	Excavadora hidrául. cadenas 195 cv	0,010	69,50	0,70
	m3	Canon suelo seleccionado préstamo	1,000	0,72	0,72
		Mano de obra			0,24
		Maquinaria			2,22
		Material			0,72
		C. Indirectos			0,19
		Total			3,37 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
27	m2	Arqueta prefabricada ciega de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 30x30x50m medidas interiores, completa. Con tapa y marco de hormigón y agujeros para conexiones. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/20/40/I de 10 cm de espesor, y p.p. de medios aux. incluida excavación y relleno perimetral.			
	h	Oficial de primera	0,600	16,69	10,01
	h	Peón especializado	1,200	15,96	19,15
	h	Excav.hidráu. neumáticos 84 cv	0,003	39,67	0,12
	h	Retrocargadora neumáticos 75 cv	0,170	34,00	5,78
	h	Cisterna agua s/camión 10.000l	0,001	28,00	0,03
	h	Pisón vibrante 70 kg	0,003	2,30	0,01
	m3	Hormigón HM-20/P/40/I central	0,009	49,29	0,44
	ud	Arq.HA c/zunch.sup-fondo ciego 60x60x80	1,000	37,62	37,62
	ud	Marco/tapa cuadrada HA 60x60x80	1,000	12,04	12,04
		Mano de obra			29,16
		Maquinaria			5,94
		Material			50,10
		C.Indirectos			5,09
		Total			90,29 €
28	m3	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.			
	h	Capataz	0,007	16,94	0,12
	h	Peón ordinario	0,008	15,72	0,12
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,010	36,00	0,36
	h	Motoniveladora 135 cv	0,010	46,00	0,46
	h	Cisterna agua s/camión 10.000l	0,010	28,00	0,28
	h	Rodillo vibrante autopropul.mixto 15tm	0,010	42,00	0,42
	h	Excavadora hidrául. cadenas 195 cv	0,010	69,50	0,70
	m3	Canon suelo seleccionado préstamo	1,000	0,72	0,72
		Mano de obra			0,24
		Maquinaria			2,22
		Material			0,72
		C.Indirectos			0,19
		Total			3,37 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
29	m2	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barros de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalm. colocada.			
	h	Oficial de primera cerrajero	0,350	16,69	5,85
	h	Ayudante cerrajero	0,350	16,20	5,67
	m2	Cancela tubo acero laminado frío.	1,000	23,94	23,94
		Mano de obra			11,52
		Material			23,94
		C.Indirectos			2,12
		Total			37,58 €
30	m2	Formación caminos de acceso a balsa de lixiviados, vertedero, pista perimetral. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la sup. de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado			
	h	Capataz	0,002	16,94	0,03
	h	Peón ordinario	0,003	15,72	0,05
	h	Motoniveladora 200 cv	0,007	56,52	0,40
	h	Pala cargadora neumáticos 85cv/1,2 m3	0,007	38,01	0,27
	h	Cisterna agua s/camión 10.000l	0,007	28,00	0,20
	h	Rodillo vibrante autopropul.mixto 15tm	0,007	42,00	0,29
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,007	36,00	0,25
	t	Km transporte zahorra	12,000	0,09	1,08
	t	Zahorra nat. ZN(50)/ZN(20) IP=0	0,300	2,68	0,80
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,41
		Material			0,80
		Medic. Aux. y Resto obra			1,08
		C.Indirectos			0,20
		Total			3,57 €
31	m3	Desmante en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso. Medido sobre perfil ini			
	h	Capataz	0,007	16,94	0,12
	h	Excavadora hidrául. cadenas 135 cv	0,008	54,00	0,43
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,027	36,00	0,97
		Mano de obra			0,12
		Maquinaria			1,51
		C.Indirectos			0,09
		Total			1,72 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
32	m.l.	Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.			
	h	Capataz	0,005	16,94	0,08
	h	Peón ordinario	0,016	15,72	0,25
	h	Motoniveladora de 135 cv	0,003	46,00	0,14
	h	Retrocargadora neumáticos 75 cv	0,007	34,00	0,24
	h	Camión basculante 4x4 14 tm	0,014	36,00	0,50
	m3	Canon de tierra a vertedero	0,370	0,21	0,08
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,88
		Medid. Aux y Resto obra			0,08
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,37 €
33	m.l.	Cuneta triangular tipo V1 de h=0,25 m, con taludes 3/1 revestida de hormigón HM-20/P/20/I de espesor 12 cm, incluso compactación y preparación de sup. De asiento, regleado y p.p. encofrado, acabada			
	h	Capataz	0,100	16,94	1,70
	h	Oficial de primera	0,200	16,69	3,33
	h	Peón ordinario	0,200	15,72	3,14
	h	Bandeja vibrante de 300 kg.	0,272	3,60	0,98
	m2	Tablero encofrar 22 mm 4 p.	0,050	1,41	0,07
	m3	Hormigón HM-20/P/20/I central	0,216	42,12	9,10
		Mano de obra			8,17
		Maquinaria			0,98
		Material			9,17
		C.Indirectos			1,08
		Total			19,40 €
34	m.l.	Colector PVC Ø300mm para drenaje de aguas pluviales incluso preparación de la superficie d asiento, conexiones, colocado.			
	h	Capataz	0,010	16,94	0,17
	h	Oficial de primera	0,250	16,69	4,17
	h	Peón especializado	0,250	15,96	3,99
	ml	Tubo PVC corrugado doble j.elást. SN8Ø200	1,000	8,58	8,58
	h	Retrocargadora neumáticos 50 cv	0,068	29,00	1,97
		Mano de obra			8,33
		Maquinaria			1,97
		Material			8,58
		C.Indirectos			1,13
		Total			20,01 €

Anexo.- Nº12

PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

ANEXO Nº12: PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

INDICE

1. OBJETO	3
2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA Y MATERIALES	4
2.1. TERRAPLENES Y FIRMES	4
2.2. HORMIGÓN OBRAS DE FÁBRICA Y DE DRENAJE	4
3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES ENSAYOS DE LABORATORIO	4
3.1. GEOMEMBRANA LISA Y TEXTURIZADA	5
3.2. GEOCOMPUESTO DRENANTE	6
3.3. GEOTEXTIL	7
4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PARA INSTALACIONES EN OBRA DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS	8
4.1. CONTROL DE CALIDAD DE LAS SOLDADURAS POR TERMOFUSIÓN	9
4.2. CONTROL DE CALIDAD DE LAS SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN	10
4.3. DETECCIÓN DE FUGAS CON MÉTODO GEOFÍSICO DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA	11
4.4. CONTROL DE CALIDAD DE ASPECTOS RELACIONADOS	11
5. VALORACIÓN ECONÓMICA	12
5.1. TERRAPLENES Y FIRMES/HORMIGÓN OBRAS D FÁBRICA Y DE DRENAJE	12
5.2. CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIONES EN OBRA Y ESTANQUEIDAD 100% DE SOLDADURAS	12
5.3. CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES MEDIANTE ENSAYOS EN LABORATORIO	
5.4. PRESUPUESTO CONTROL DE CALIDAD	14

1. OBJETO

El presente anexo pretende marcar las acciones a realizar para el aseguramiento de la calidad, así como los procedimientos necesarios para conseguir dicho objetivo. Incluye las actuaciones previstas como recomendables u obligatorias en las normativas, instrucciones y reglamentos a nivel nacional.

La Dirección de Obra deberá dar la expresa conformidad a la empresa debidamente acreditada que el contratista proponga para llevar a cabo el plan de control de calidad, o a cualquier modificación propuesta por el contratista que afecte al presente Programa de Control de Calidad.

La normativa vigente de carácter general por la que se rigen los materiales geosintéticos en este tipo de obras son:

- UNE 104 300:2000 EX. Plásticos. Láminas de polietileno de alta densidad (PEAD) para la impermeabilización en obra civil. Características y métodos de ensayo.
- UNE 104 481:1994 Parte 3-2. Métodos de aire a presión en el canal central de comprobación.
- UNE 104 304:99. Determinación de la resistencia de la soldadura por pelado entre láminas sintéticas utilizadas en impermeabilización.
- UNE 104 425:2001. Sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad (PEAD).
- UNE 104 425:2001. Anexo C. Ensayo de vacío.
- UNE 104 421:1995. Sistemas de impermeabilización de embalses con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno de alta densidad.

Dentro del Plan de Calidad distinguiremos dos áreas distintas:

- Plan de Control de Calidad de materiales geosintéticos mediante ensayos de laboratorio.
- Plan de Control de Calidad para la instalación en obra de materiales geosintéticos.

Se procederá a detallar el Programa de Control de Calidad para una de las propuestas de proyecto, en concreto, la ubicada en Gemuño, extrapolándose el método de control para la otra propuesta.

2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA Y MATERIALES

2.1. TERRAPLENES Y FIRMES

- 1 Ensayo Próctor Modificado UNE 103101/95 , cada 1.000 m3 o día de trabajo y material diferente.
- 1 Ensayo Granulométrico UNE 103101/95 , cada 5000 m3 o día de trabajo y material diferente.
- 1 Ensayo Límites de Atterberg UNE 103103/94 y 103104/95, cada 5000 m3 o día de trabajo y material diferente.

2.2. HORMIGÓN OBRAS DE FÁBRICA Y DE DRENAJE

El control se efectuará mediante tomas de muestras de hormigón fresco, con fabricación y ensayo de series de cinco (5) probetas.

El control del hormigón fresco comprende las siguientes operaciones:

- Toma de muestras de hormigón fresco.
- Determinación de la consistencia mediante el cono de Abrams.
- Fabricación de series de cinco (5) probetas cilíndricas de 15 x 30 cm.
- Recogida en un plazo de 48 horas y transporte a la cámara de cuadro.
- Cuadro, refrentado, y rotura a compresión a 7 y a 28 días.

CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR	SISTEMA DE CONTROL	NORMA DE ENSAYO	FASE DE ENSAYO (cronología)
Consistencia	Medición en obra	UNE-EN 12350-1,2,3:2006	A la puesta en obra
Resistencia a compresión	Muestreo y ensayo de probetas		A la puesta en obra

3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO

Los materiales objeto de este plan, así como sus correspondientes superficies y su frecuencia de muestreo son los siguientes:

3.1. GEOMEMBRANA LISA Y TEXTURIZADA

- Polietileno de alta densidad (PEAD 2 mm)
- Superficie: 30.654,84 m²
- Frecuencia mínima de muestreo: Cada 10.000 m²
- Número de muestreos: según tabla 4.2.1 de este anexo.

3.1.1. Procedimiento de muestreo

Tras la recepción de los rollos de geomembrana en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desecharán para muestreo los 0,5 primeros metros. Sobre la muestra se marcará con una flecha la dirección de la máquina y el número de rollo. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

La muestra así obtenida será codificada bajo norma UNE EN 150 10320 y enviada al laboratorio de Control de Calidad donde será sometida a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Densidad bajo norma UNE 53020
- Ensayo de Espesor bajo norma UNE – 53 – 213 – 86
- Ensayo de Resistencia al Desgarro bajo norma UNE 53516 – 1
- Ensayo de Tracción (T y L) bajo norma UNE – EN – ISO 527 -3
- Ensayo de Alargamiento (T y L) bajo norma UNE – EN – ISO 527 -3
- Ensayo de Resistencia al Punzamiento bajo norma UNE 104300

Una vez realizados los ensayos serán entregados al cliente en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable.

3.1.2. Criterios de aceptación/rechazo

El criterio adoptado para la aceptación o rechazo del material son los valores mínimos que debe cumplir en los distintos ensayos establecidos en la norma UNE 104 300, que rige las características de las láminas de PEAD.

3.2. GEOCOMPUESTO DRENANTE

Geocompuesto drenante compuesto por georred 4 mm de espesor y dos geotextiles de polipropileno termofijadas al georred.

Superficie: 30.044,76 m²

- Frecuencia mínima de muestreo: cada 10.000 m²
- Número de muestreo: según tabla 4.2.2 de este anexo.

3.2.1. Procedimiento de muestreo bajo Norma UNE – EN 963

Las muestras se tomarán de rollos que no estén dañados y salvo especificaciones diferentes. Tendrán 1 m de longitud por todo el ancho del rollo desechándose el primer 0,5 m.

Las muestras así obtenidas serán codificadas bajo norma UNE – EN – ISO 10320 y enviadas al laboratorio de Control de Calidad donde serán sometidas a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Capacidad de flujo en el plano bajo norma UNE – EN ISO 12958
- Ensayo de Permeabilidad perpendicular al plano bajo norma UNE – EN ISO 11058
- Ensayo de Tracción y alargamiento bajo norma UNE – EN ISO 10319
- Ensayo de Peso unitario bajo norma UNE – EN 965
- Ensayo de Espesor bajo carga de 2 KN/m² según norma UNE – EN 964 – 1
- Ensayo de Abertura de poros de geotextil de filtro bajo norma UNE – EN ISO 12958

Una vez realizados los ensayos serán entregados al cliente en su correspondiente informe sellado y firmado para laboratorio y técnico responsable.

3.2.2. Criterio de aceptación/rechazo

La norma que rige las características de los geodrenes en la UNE 104 425, donde se establece los valores mínimos de los ensayos a realizar, que figuran en el siguiente cuadro:

Propiedades	Unidad	Valor mínimo	Norma
Peso unitario	g/cm ³	≥ 400	UNE – EN 965
Espesor	mm	≥ 4	UNE – EN 964-1
Resistencia tracción: Long	KN/m	≥ 5,0	

Transv.	KN/m	$\geq 3,5$	UNE – EN 10319
Alargamiento en rotura: Long	%	≥ 30	UNE – EN 10319
Transv.	%	≥ 30	
Resistencia a Compresión	KPa	≥ 700	UNE EN ISO 604
Capacidad de flujo en el plano (Trasmisividad) Long. (i=1)			
20 KPa	l/s·m	$\geq 0,70$ (R/R)	UNE – EN ISO 12958
20 KPa	l/s·m	$\geq 0,45$ (R/F)	
200 KPa	l/s·m	$\geq 0,50$ (R/R)	UNE – EN ISO 12958
200 KPa	l/s·m	$\geq 0,30$ (R/F)	
Permeabilidad	mm/s	1,5	UNE – EN ISO 11058
Apertura de poro geotextil filtro	mm	$\leq 0,2$	UNE – EN ISO 12958

3.3. GEOTEXTIL

Geotextil de protección densidad mayor a 200 gr/m²

Superficie: 30.654,84 m²

- Frecuencia mínima de muestreo: cada 10.000 m²
- Número de muestreos: según tabla apartado 4.2.3 de este anexo

3.3.1. Procedimiento de muestreo

Como norma general se desechará los 0,5 primeros metros de rollo para el muestreo. Sobre la muestra se marcará con una flecha la dirección de la máquina y el número de rollo. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

La muestra así obtenida será codificada bajo norma UNE EN 150 10320 y enviada al laboratorio de Control de Calidad donde será sometida a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Densidad bajo norma UNE EN 965
- Ensayo de Espesor bajo carga de 2KN/m² (UNE EN 964)
- Ensayo de Resistencia a Tracción longitudinal (UNE EN ISO 10319)
- Ensayo de Resistencia al Desgarros trapezoidal (UNE EN 10319)
- Ensayo de Resistencia al Punzonamiento estático (UNE EN ISO 12236)

- Ensayo de Elongación en rotura (UNE EN ISO 10319)
- Ensayo de Permeabilidad (UNE EN ISO 11058)

Una vez realizados los ensayos serán entregados al cliente en su correspondiente informe sellado y firmado por laboratorio y técnico responsable.

3.3.2. Criterio de aceptación/rechazo

La norma que rige las características de las láminas de polietileno de alta densidad es la UNE 104 300. Esta norma establece los valores mínimos de los ensayos a realizar los cuales figuran en el siguiente cuadro:

GEOTEXTIL FUNCIÓN PROTECCIÓN

Parámetro	Unidad	Valor mínimo CTX bajo GMB	Norma
Peso unitario	g/m ²	≥ 200	UNE EN ISO 9864
Resistencia a perforación CBR	N	≥ 1000	UNE EN ISO 12236
Resistencia a tracción	KN/m	≥ 4	UNE EN ISO 10319
Elongación en rotura	%	≥ 50	UNE EN ISO 10319
Espesor bajo carga de 2 KN/m ²	mm	≥ 2	UNE EN ISO 9863 -1
Perforación caída libre de cono	mm	≤ 23	UNE EN 918

4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PARA INSTALACIONES EN OBRA DE MATERIALES GEOSINTÉTICOS

La norma que rige la puesta en obra de materiales geosintéticos en vertederos es la UNE 104 425.

El objeto fundamental del Plan de Control de Calidad de instalación de centra en los cuatro puntos siguientes:

- a) Control de calidad de las soldaduras por termofusión.
- b) Control de calidad de las soldaduras por extrusión.
- c) Detección de fugas con método geofísico de prospección eléctrica.
- d) Control de calidad de todos los aspectos relacionados a la instalación.

El Control de Calidad será ejecutado por empresa externa especializada en control de calidad de geosintéticos (en ningún caso el instalador o el fabricante) aportando un equipo formado por un técnico y por todos los medios materiales necesarios para su realización, que estará presente en obra todo el tiempo en el que se ejecuten trabajos de instalación y aspectos relacionados.

4.1. CONTROL DE CALIDAD DE LAS SOLDADURAS POR TERMOFUSIÓN

Se controlará el 100 % de las soldaduras verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura.

Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños.

Las soldaditas serán comprobadas mediante dos tipos de ensayos.

4.1.1. Comprobación de estanqueidad del canal central de soldadura por prueba de aire a presión bajo Norma UNE 104 481 Parte 3-2.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

No se aceptarán disminuciones mayores del 10 % de la presión administrada tal como indica la norma UNE 104 481 Parte 3-2.

4.1.2. Ensayo de corte y pelado mediante tensiómetro de campo

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

No se aceptarán roturas en la zona de soldadura. La probeta debe romper por la zona inmediatamente contigua a la zona soldada.

El valor de rotura será del orden del 60% de la resistencia a tracción en el punto de rotura de la lámina.

4.2. CONTROL DE CALIDAD DE LAS SOLDADURAS POR EXTRUSIÓN

Este tipo de soldadura solamente se hará cuando no haya otra posibilidad. Se soldará por extrusión en parches, refuerzos, botas, barberos, uniones a obras de fábrica, arquetas tubos y puntos triples entre láminas, tal y como indica la normativa UNE 104 425 y siempre que la máquina de termofusión no pueda hacerlo.

Se controlará el 100 % de las soldaduras, verificándose su calidad inmediatamente después de su ejecución. En caso de no conformidad se procederá a repetir la soldadura.

Todas las soldaduras serán codificadas y recogidas en un plano de despiece de paños.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

El instalador realizará las soldaduras por extrusión siempre delante del técnico de control de calidad y serán comprobadas por dos tipos de ensayos.

4.2.1. Comprobación de estanqueidad por el método de campana de vacío bajo Norma UNE 104 425 ANEXO C.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

No se aceptarán aquellas soldaduras que muestren burbujas como reflejo de entrada de aire.

4.2.2. Comprobación de estanqueidad por el método de potenciómetro de campo (chispómetro) Spark Test.

Para la realización de este ensayo el instalador tendrá que tener siempre disponible hilo de cobre.

El ensayo será realizado por el técnico de control de calidad de la empresa de control de calidad contratada para tal fin. Los resultados serán recogidos en fichas de campo donde se recogerán los aspectos contemplados en la normativa.

No se aceptarán soldaduras que al pasar el chispómetro salten chispas como reflejo de establecerse conexión eléctrica.

En vertederos con presencia de metano no se realizará este ensayo.

4.3. DETECCIÓN DE FUGAS CON MÉTODO GEOFÍSICO DE PROSPECCIÓN ELÉCTRICA

Una vez instalada el PEAD y realizados todos los ensayos de las soldaduras se pasará el equipo de detección de fugas por toda la superficie de la lámina, marcando los puntos o zonas donde pudieran tener lugar posibles fugas de agua. Estos puntos serán reparados y posteriormente se comprobará su estanqueidad por los métodos descritos.

No se admitirán fugas de ningún tipo.

4.4. CONTROL DE CALIDAD DE ASPECTOS RELACIONADOS

- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de termofusión (temperatura, presión de rodillos y velocidad de avance).
- Comprobación sistemática de los parámetros de soldadura de extrusión (temperatura del extrudado).
- Control del correcto despliegue de los distintos materiales geosintéticos.
- Elaboración del plano de despiece con la correspondiente identificación y situación de los materiales, así, como la correcta identificación y situación de todos los ensayos, reparaciones y refuerzos.
- Medición de todos los parámetros ambientales recogidos en la normativa (temperatura ambiente, temperatura lámina, humedad relativa, etc.).
- Recogida de toda la información en los correspondientes documentos de campo.
- En Geotextiles y geodrenes se colocará el marcado CE comprobando los valores de la ficha técnica de los materiales asociada al marcado CE y comparándolos con los resultados de laboratorio y con los valores de la normativa vigente.
- Comprobación del terreno de apoyo de los materiales geosintéticos.
- Correcto solape entre materiales.

- Correcta ejecución de anclajes en zanjas, bermas y taludes.
- Dossier fotográfico.
- Informe final obra.

5. VALORACIÓN ECONÓMICA

5.1 TERRAPLENES Y FIRMES / HORMIGÓN OBRAS DE FÁBRICA Y DE DRENAJE

TERRAPLENES Y FIRMES			
Cantidad	Ensayo	Precio unitario	Precio total
19	Próctor Modificado	45 €	810 €
4	Granulométrico	30 €	120 €
4	Límites Atterberg	32 €	128 €
		Subtotal	1103€

HORMIGÓN OBRAS DE FÁBRICA Y DRENAJE			
Cantidad	Ensayo	Precio Unitario	Precio Total
1	Resistencia a Compresión	45 €	45 €
		Subtotal	45 €

5.2. CONTROL DE CALIDAD DE INSTALACIÓN EN OBRA Y ESTANQUEIDAD 100 % DE SOLDADURAS

- Cuatro días (8 horas) de presencia de equipo formado por un técnico de control de calidad y equipamiento necesario para realizar los ensayos de campo (**1.016 €**)

Comprobación de estanqueidad de soldaduras con canal central mediante el ensayo UNE 104 481.

- Tensiómetro de campo para ensayo de pelado y corte en obra.
- Comprobación de soldadura por extrusión mediante el método de la campana de vacío o método de chispómetro.
- Detección de fugas mediante método geofísico de prospección eléctrica.
- Supervisión de todos los aspectos relacionados con la obra de instalación.

Desplazamiento ida y vuelta 100 km a razón de 0,35 €/km (Se computarán cuatro desplazamientos de ida y vuelta) (**140 €**)

Hora extra (incluyendo total de horas de sábados, domingos y festivos) **(45 €/hora/técnico)**

Día de parada (por razones climáticas o de otra índole) **(215 €/día)**

Informe final con certificado de calidad **(600 €)**

El presupuesto total se calculará en función de los días de duración de la obra, del número de desplazamientos, del número de horas extra y días de parada que pudieran tener lugar.

5.3. CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES MEDIANTE ENSAYOS EN LABORATORIO

5.3.1. Geomembrana lisa y texturizada (PEAD e = 2mm)

Superficie: 30.654,84 m2

Frecuencia mínima de muestreo: cada 10.000 m2

GEOMEMBRANA (PEAD 2 mm)			
Cantidad	Ensayo	Precio unitario	Precio total
3	Ensayo de densidad	15 €	45 €
3	Ensayo de espesor	10 €	30 €
3	Ensayo de tracción (transv. y longitud.)	60 €	180 €
3	Ensayo de alargamiento (transv. y longitud.)	25 €	75 €
3	Ensayo de desgarró (transv. y longitud.)	60 €	180 €
3	Ensayo de perforación (punzonamiento)	60 €	180 €
		Subtotal	690 €

5.3.2. Geocompuesto drenante

Superficie estimada: 30.044,76 m2

Frecuencia mínima de muestreo: cada 10.000 m2

GEOCOMPUESTOS DRENANTES			
Cantidad	Ensayo	Precio unitario	Precio total
3	Ensayo de precio unitario	15 €	45 €
3	Ensayo de capacidad de flujo en el plano	135 €	405 €
3	Ensayo de permeabilidad perpendicular al plano	105 €	315 €
3	Ensayo de tracción y alargamiento	60 €	180 €

3	Ensayo de abertura de poros de geotextil filtro	105 €	315 €
3	Ensayo de espesor bajo carga de 2 KN/m2	50 €	150 €
		Subtotal	1.410 €

5.3.3. Geotextil

Superficie estimada: 30.654,84 m2

Frecuencia mínima de muestreo: cada 10.000 m2

GEOTEXTIL			
Cantidad	Ensayo	Precio unitario	Precio total
3	Ensayo de peso unitario	15 €	45 €
3	Ensayo de capacidad de flujo en el plano	135 €	405 €
3	Ensayo de permeabilidad perpendicular al plano	105 €	315 €
3	Ensayo de tracción y alargamiento	60 €	180 €
3	Ensayo de abertura de poros de geotextil filtro	105 €	315 €
3	Ensayo de espesor bajo carga 2 kn/m2	50 €	150 €
		Subtotal	1.410 €

5.4. PRESUPUESTO CONTROL DE CALIDAD

El presupuesto para el control de calidad de instalación en obra con el 100 % de estanqueidad en soldaduras y control de calidad de los materiales mediante ensayos en laboratorio asciende a SEIS MIL CUATROCIENTOS CATORCE EUROS (6.414 €).

Anexo.- Nº13
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO Nº13: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

INDICE

1. MEMORIA	4
1.1. OBJETO DEL ESTUDIO	5
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	5
1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN	5
1.2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA	6
1.2.3. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS	6
1.2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA	6
1.2.5. CLIMATOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	7
1.2.6. MAQUINARIA	7
1.2.7. MEDIOS AUXILIARES	7
1.3. RIESGOS	7
1.3.1. RIESGOS PROFESIONALES	7
1.4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	9
1.4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES	9
1.4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS	10
1.4.3. PROTECCIONES DE RIEGOS A TERCEROS	10
1.4.4. FORMACIÓN	13
1.4.5. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	14
1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	14

1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA MAQUINARIA	15
1.7. PRESUPUESTO	28
2. PLANOS	29
3. PLIEGO DE CONDICIONES	45
3.1. INTRODUCCIÓN	46
3.2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	46
3.3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	47
3.3.1. PROTECCIONES PERSONALES	47
3.3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS	47
3.3.3. NORMAS DE ACTUACIÓN DE ENCARGADOS Y MANDOS	48
3.3.4. NORMAS DE ACTUACIÓN DEL PERONAL TRABAJADOR	48
4. MEDICIONES	49
5. PRESUPUESTO	58

1. MEMORIA

Las obras afectadas por el presente Estudio de Seguridad y Salud consisten en la construcción del VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS PARA MANCOMUNIDAD DE RECOGIDA DEL VALLE AMBLÉS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA.

1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta cumpliendo lo establecido en el R.D. 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción y por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, modificados por R.D. 604/2006 y por R.D. 1109/2007

En este Estudio se analizan los riesgos que durante la ejecución de la obra pueden ocasionar accidentes o enfermedades profesionales y se establecen los sistemas de trabajo a utilizar en cada fase de la obra, así como las protecciones, tanto individuales como colectivas que serán de uso obligatorio.

También se indican las necesidades en cuanto a las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores y las protecciones necesarias para prevenir los riesgos de daños a terceros.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

1.2.1. Descripción de la obra y situación

Las distintas propuestas de proyecto a realizar están situadas en los municipios de La Colilla y Gemuño, y constan de las siguientes unidades de obra.

- Excavación de hueco de vertido (Gemuño)
- Limpieza de los bloques graníticos de los vasos (La Colilla)
- Extensión y compactación de arcilla
- Colocación de lámina de PEAD
- Colocación de Geotextiles
- Realización de red de drenaje
- Extensión de capa de grava
- Cercados
- Explotación de vasos de vertido
- Sellado de vasos de vertido

- Distribución de red de captación de biogás
- Siembra de herbáceos

1.2.2. Plazo de ejecución y mando de obra

Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de las obras previsto es de 6 meses (La Colilla) y 12 meses (Gemuño)

Personal previsto

Se estima que el número máximo de trabajadores que participará en la ejecución de las obras sea de 25 personas.

1.2.3. Interferencias y servicios afectados

No hay constancia de existencia en el área de ocupación de las obras de ninguna línea eléctrica aérea o enterrada ni ningún otro servicio público o privado que pudiera afectarse por la construcción de las obras exceptuando los caminos de acceso a las fincas y caminos locales.

1.2.4. Unidades constructivas que componen la obra

- Excavación de hueco de vertido (Gemuño)
- Limpieza de los bloques graníticos de los vasos (La Colilla)
- Extensión y compactación de arcilla
- Colocación de lámina de PEAD
- Colocación de Geotextiles
- Realización de red de drenaje
- Extensión de capa de grava
- Cercados
- Explotación de vasos de vertido
- Sellado de vasos de vertido
- Distribución de red de captación de biogás
- Siembra de herbáceos

1.2.5. Climatología y medio ambiente

El clima en la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos calurosos.

1.2.6. Maquinaria prevista a emplear en la obra

- Retroexcavadora
- Retro mixta
- Camiones bañera
- Camiones dumper de obra
- Motoniveladora
- Rodillos autopropulsados
- Cisterna sobre camión.
- Pala cargadora

1.2.7. Medios auxiliares

- Bandejas y pisonos vibrantes
- Vibradores de hormigón
- Compensador con martillos neumáticos
- Radial
- Soldadora eléctrica
- Maquinaria diversa, generadores, compresores etc.

1.3. RIESGOS

1.3.1. Riesgos profesionales

En movimiento de tierras

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos de maquinaria
- Caída de materiales de la maquinaria de carga o camiones
- Caídas de personal al mismo o distinto nivel

- Polvo por la excavación y circulación de vehículos
- Vibraciones

Construcción y compactación de pistas y fondos de vaso de vertido

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos de maquinaria
- Caída de materiales de la maquinaria de carga o camiones
- Caídas de personal al mismo o distinto nivel
- Polvo por la excavación y circulación de vehículos

En colocación de PEAD y Geotextil

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos de maquinaria
- Caída de materiales de la maquinaria de carga o camiones
- Caídas de personal al mismo o distinto nivel
- Quemaduras por soldaduras
- Vibraciones

En ejecución de obras de fábrica (con puesta en obra de hormigones)

- Golpes contra objetos
- Caídas a zanjas
- Caídas al mismo nivel como consecuencia del estado del terreno
- Caída de objetos desde la maquinaria
- Heridas punzantes en pies y manos
- Salpicaduras de hormigón en ojos
- Erosiones y contusiones en manipulación
- Vibraciones en majo de vibradores de hormigón
- Reventones en manquera de aire comprimido
- Atropellos o atrapamientos por maquinaria
- Contactos eléctricos

1.4. PREVENCIÓN DE RIEGOS PROFESIONALES

1.4.1. Protecciones individuales

- **Cascos.** Para todas las personas que participan en la obra incluidos los visitantes, en aquellas unidades constructivas que llevan asociado riesgo de caída de objetos.
- **Guantes de uso general.** Para el manejo de materiales agresivos mecánicamente (carga, descargas, manipulación de bordillos, piezas prefabricadas, tubos, colocación de ferralla, etc.)
- **Guantes de neopreno.** Para el manejo de productos agresivos químicamente (emulsiones, cementos, etc.)
- **Botas de agua.** Para la puesta en obra del hormigón y trabajos en zonas húmedas.
- **Botas de seguridad.** De puntera de acero o lona para todo el personal de obra que realice trabajos con riesgo de golpes o heridas punzantes en los pies.
- **Funda de trabajo.** Cazadora – pantalón para todos los trabajadores. Se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra.
- **Trajes de agua.** Impermeables para casos de lluvia.
- **Gafas.** Contra impactos y antipolvo para aquellos trabajos donde puedan producirse proyecciones de partículas (uso de radial, taladros, martillos rompedores, etc.)
- **Mascarillas antipolvo.** Para las personas que estén expuestas a ambientes con alto índice de polvo o manejen sustancias pulverulentas.
- **Protectores auditivos.** Para las personas que trabajen con maquinaria con alto nivel de ruido o estén expuestas a él (martillos rompedores, proximidad a compresores, etc.)
- **Cinturón de seguridad.** De sujeción en montajes de instalaciones y en aquellos trabajos de altura que carecen de protección colectiva.
- **Cinturón antivibratorio.** Para maquinistas y personal expuesto.

1.4.2. Protecciones colectivas

- **Vallas** de limitación y protección para zonas de acceso restringido.
- **Señales de tráfico**. Estarán colocadas de dos formas: unas generales a lo largo de toda la obra para advertir la presencia de las obras, y otras particulares en cada tajo de trabajo y zonas de especial peligrosidad.
- **Cinta de balizamiento**. Será usada para delimitar zonas conflictivas y de acceso restringido.
- **Topes de balizamiento** de vehículos para las paralizaciones de emergencia, en paradas en rampas pronunciadas y durante las reparaciones y mantenimientos. Es aplicable a camiones, rodillos compactadores y demás tipo de maquinaria
- **Extintores** zonas de almacenes, tajos con peligro de incendio y en vehículos estratégicos de obra. (Caseta de obra, furgoneta del Encargado, etc.)
- **Riesgos de agua** para mantener las vías de servicio y caminos de obra en buenas condiciones de uso, así como para la eliminación de polvo.
- **Interruptores diferenciales** en cuadros y máquinas eléctricas.
- **Puestas a tierra** en cuadros y máquinas eléctricas (excepto máquinas de doble aislamiento).
- **Válvulas anti-retroceso** para equipos de soldadura oxiacetilénica.
- **Carcasas de protección** para poleas, piñones de engranajes, transmisiones, etc.

1.4.3. Protecciones de riesgos específicos

Siguiendo la relación de riesgos profesionales a los que se está expuesto en la ejecución normal de la obra, pasamos a continuación a describir la prevención de riesgos específicos.

* **Atropellos por maquinaria y vehículos de obra**. Todos los tajos en los que la maquinaria invada la calzada estarán convenientemente señalizados, con las señales perceptivas que limiten la velocidad de acceso e informen del peligro por entrar en zona de obra.

Las palas cargadoras, motoniveladoras y compactadoras de neumáticos, por su especial peligrosidad, dispondrán de la perceptiva señal acústica de retroceso, así como de rotativo luminoso e intermitencias que indiquen la posición y maniobra a realizar. En los tajos en los que estén trabajando estas máquinas se prohibirá la estancia de personal ajeno al tajo en las inmediaciones de las mismas. Esto se le comunicará a todos los maquinistas en general, y especialmente, por su especial índice de atropellos, a los operadores de las máquinas anteriormente citadas. Se organizará el tajo de manera que los cruces de maquinaria sean mínimos.

Está prohibido transportar personal en las máquinas si no existe un asiento adecuado para ello. Hay de desterrar la imagen habitual de trabajadores siendo transportados en el cazo de las palas.

* **Atrapamientos.** Todos los vehículos que se estacionen por avería se calzarán adecuadamente para asegurar su inmovilización.

Para las operaciones de mantenimiento, reparación y todas aquellas que impliquen la manipulación dentro, debajo o alrededor de una máquina, ésta estará parada y convenientemente inmovilizada.

Se prohíbe la permanencia de personas ajenas a la obra en la zona de influencia o en radio de giro de retroexcavadoras o grúas, así como el paso bajo cargas suspendidas.

Los ganchos que se utilicen en los elementos auxiliares de elevación, llevarán siempre pestillo de seguridad.

Los tableros de encofrado no se desengancharán de la retroexcavadora hasta que su estabilidad no esté asegurada, evitando así que puedan volcar y atrapar a los trabajadores que los manipulan.

Antes de poner la máquina en movimiento, el operador debe cerciorarse de que no existe nadie cerca que pueda ser arrollado al iniciar la marcha.

Al hacer alguna reparación con el basculante levantado, se asegurará la imposibilidad de que pueda bajar repentinamente atrapando al trabajador, para ello se colocarán los calzos o dispositivos adecuados a este fin.

* **Colisiones y vuelcos.** Los accesos, así como las zonas de trabajo estarán acondicionados para la correcta circulación de los vehículos y maquinaria de obra.

En toda la obra se limitará la velocidad a 40 km/h con la correspondiente señalización.

Al circular cuesta abajo los camiones tendrán metida una velocidad, nunca será en punto muerto.

Al bascular en los vertederos se evitará la proximidad al borde disponiendo los topes adecuados para evitar la caída del camión. En todo caso, estos se situarán, como mínimo a 1,50 m del comienzo del talud. El basculante se bajará una vez terminada la descarga y antes de emprender la marcha.

Los compactadores son máquinas que tienen el centro de gravedad muy alto, con lo que la posibilidad de vuelco, es muy elevada. Esto, unido a la monotonía del trabajo les hace extremadamente peligrosos. Se instruirá a los operadores advirtiéndoles de este peligro y se vigilará para que después de la comida no esté trabajando en un sitio aislado y monótonamente.

* **Caídas a distinto nivel.** En todas las zonas donde exista riesgo de caída a distinto nivel se tomarán las medidas de protección que en su caso sean convenientes (andamios, cinturones de seguridad, etc.).

Los accesos a las máquinas se realizarán por las escaleras de que van provistas, evitando bajar y subir por las ruedas. En los accesos a la cabina llevarán chapa antideslizante.

* **Desprendimiento.** La existencia de grandes excavaciones evita los problemas de desprendimiento de los taludes. Las excavaciones para las redes de Saneamiento y Abastecimiento son de muy escasa entidad (zanjas menores de 1 m) por lo que no existe riesgo de este tipo.

* **Polvo.** La presencia de polvo es inevitable en este tipo de obra, sin embargo, se procurará que su incidencia sea mínima, disponiendo en obra de una cuba de riego con la que se mantendrán los tajos con humedad. El personal que esté en ambientes con polvo dispondrá de mascarillas y gafas antipolvo.

* **Ruido.** El estar trabajando entre maquinaria lleva asociado la presencia de ruido. La maquinaria de reciente adquisición está mejor aislada y la incidencia de ruido es mínima. Para tratar de paliar este problema y dado que habrá maquinaria de todo tipo, se facilitarán los protectores auditivos adecuados a los trabajadores expuestos a este tipo de riesgo (martillos neumáticos, compresores, etc.).

* **Golpes con objetos.** Se evitará toda manipulación innecesaria de materiales, realizando los acopios de una manera ordenada, lo más cerca posible del lugar de

utilización y colocados racionalmente para facilitar su empleo y evitar golpes al utilizarlo. Se facilitarán los guantes adecuados.

* **Caída de objetos.** Se evitará el desorden en la colocación de herramientas y objetos en altura, con ello evitaremos el riesgo de caída.

En las zonas con trabajadores a distinto nivel, se vigilará que el nivel superior disponga de rodapié.

Se entregará casco protector a los trabajadores que se encuentren en zona de riesgo (muros, zanjas, marquesinas y edificio de control).

* **Heridas punzantes en manos y pies.** Es frecuente que se produzcan este tipo de heridas en los trabajos de encofrado y ferralla, por ser aquí donde se está en contacto con clavos, despuntes de ferralla, encofrados sin limpiar adecuadamente, etc.

Para evitar este problema se obligará al correcto desencofrado y a la inmediata limpieza del material, especialmente la extracción de las puntas de tablonos y madera en general.

Todos los trabajadores que desarrollen su actividad en estos tajos deberán ir provistos de botas de seguridad con protección en la suela, así como guantes adecuados al trabajo a realizar.

* **Proyecciones de partículas a los ojos.** Se facilitarán gafas de protección adecuadas al trabajo a realizar.

* **Erosiones y contusiones en la manipulación.** Aquí es aplicable lo dicho en el apartado "Golpes con objetos".

* **Heridas por máquinas cortadoras.** Las máquinas de cortar tendrán siempre puesta la protección de la hoja y se prohíbe manipular la hoja sin desconectar la máquina previamente.

1.4.4. Formación

Todo el personal recibirá, al ingresar en la obra, una exposición de métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

1.4.5. Medicina preventiva, primeros auxilios

Botiquines

Se dispondrá de dos botiquines portátiles, cuyo contenido mínimo será el siguiente: agua oxigenada, alcohol 96 grados, tintura de yodo, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, analgésicos y tiritas. Estarán situados en la caseta o almacén de obra debidamente señalizados y además el Encargado del tajo dispondrá de uno en su vehículo.

Asistencia a accidentados

Se informará a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (Mutuas Patronales, Ambulatorios, Hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

En la caseta de obra, y en sitio bien visible, habrá una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia. Igualmente el Encargado dispondrá del referido listado en su vehículo.

Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico.

1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DAÑOS A TERCEROS

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se señalizará la existencia de zanjas abiertas, para impedir el acceso a ellas de toda persona ajena a la obra y se vallará toda zona peligrosa.

Se señalizará la zona de obras para facilitar el paso al tráfico y a las personas que hayan de atravesarla, tomándose las medidas necesarias para que durante la noche quede la obra perfectamente señalizada.

1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA MAQUINARIA

NORMAS GENERALES

Antes de poner la máquina en movimiento, cerciorarse de que no existe nadie cerca que pueda ser arrollado al iniciarse la marcha.

Circular con las luces encendidas, siempre que la visibilidad sea escasa por cualquier circunstancia.

El operador deberá acceder a la máquina por el lugar previsto para ello evitando de este modo resbalones y caídas.

Antes de arrancar el motor debe comprobar que todos los mandos están en su posición correcta, para evitar puestas en marcha intempestivas.

Deberá mirar siempre en el sentido de la marcha para evitar colisiones y atropellos.

Siempre que se abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, debe descender el equipo al suelo, si la ausencia es superior a tres minutos, se parará el motor.

Cuando una máquina queda atascada en el barro, es frecuente tratar de sacarla tirando con otra por medio de un cable. Es fácil que el cable se rompa, por ello se utilizará el cable más resistente de que se disponga y se retirará a todo el personal presente fuera del alcance del cable para evitar daños en caso de rotura.

Se acostumbrará a los operarios a hacer sonar el claxon antes de empezar a mover la máquina.

No se utilizarán las máquinas como medio de transporte de personas si no existe lugar y asiento adecuados para su ubicación.

Todos los elementos móviles, poleas, cadenas y correas de transmisión tendrán la adecuada protección para evitar los atrapamientos.

CAMINONES BAÑERA, DUMPER Y TRACTOR-CUBA RIEGO

Riesgos más comunes

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.)

- Vehículo en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando son freno de estacionamiento colocado).
- Vuelco de camión (inclinación del terreno superior a la admisible por el vehículo).
- Atrapamientos (apertura o cierre de la caja).
- Choques contra otros vehículos.
- Contactos con líneas eléctricas aéreas.
- Incendio.
- Proyección de objetos durante el transporte.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas (al subir o bajar de la cabina o caja).
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

Medidas básicas de prevención

Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.

Al bascular en vertederos, deben siempre colocarse unos topes que limiten el recorrido marcha atrás. El conductor se cerciorará antes de iniciar la operación de que el freno de aparcamiento está echado.

Durante la carga si hay riesgo de caída de piedras, el conductor permanecerá fuera del vehículo a distancia conveniente, a no ser que tenga caja con visera que proteja la cabina.

El basculante debe bajarse inmediatamente después de la descarga y antes de emprender la marcha. Está prohibida la circulación con el basculante levantado.

Después del lavado del vehículo o de haber circulado por zonas con agua, ensayar la frenada dos o tres veces.

Se cuidará especialmente la conservación y mantenimiento del circuito de frenos.

Al hacer reparaciones con el basculante alzado se asegurará éste para evitar la bajada inesperada, se emplearán calzos adecuados si el vehículo no tiene dispositivo de sujeción.

Cuando las mercancías a transportar por carreteras sean pulverulentas se cubrirán con lonas adecuadas.

PALA CARGADORA S/NEUMÁTICOS

Riesgos más comunes

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin freno de estacionamiento colocado).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la pala cargadora).
- Caída de la pala por pendientes (aproximación excesiva al borde de los taludes).
- Choques contra otros vehículos.
- Contactos con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, agua, teléfono, etc.)
- Incendio
- Atrapamientos
- Proyección de objetos durante el trabajo
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina
- Golpes
- Ruido propio y del conjunto
- Vibraciones
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.)
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

Medidas básicas de prevención

- Para subir o bajar de la pala utilizar los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitando lesiones por caídas.
- No se subirá utilizando las llantas, cubiertas y guardabarros.
- Subir y bajar de la máquina de forma frontal asiéndose con ambas manos.
- No saltar directamente al suelo si no es por peligro inminente.
- No tratar de hacer “ajustes” con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.

- Los caminos de circulación interna de la obra, se trazarán y señalizarán convenientemente. Se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos.
- Las palas cargadoras que tengan que circular por la vía pública cumplirán las disposiciones legales necesarias para estar autorizadas.
- Se prohíbe abandonar la pala con el motor en marcha. Así como con la cuchara levantada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras permanecerá lo más baja posible, para desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos y descensos en carga de la cuchara se realizarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Se prohíbe el uso de prendas sin ceñir.
- Se prohíbe encaramarse a la pala durante la realización de cualquier movimiento.
- Prohibido subir o bajar de la pala en marcha
- Estará dotada de luces y señal acústica de retroceso
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Se prohíbe expresamente, dormir bajo la sombra proyectada por las palas cargadoras en reposo.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de los pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Los conductores al realizar nuevos recorridos, observarán cuidadosamente en el primero de ellos, la irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones horizontales o verticales de la cuchara y de la carga.
- Se prohíbe el manejo de cargas suspendidas bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe la presencia en el entorno de la máquina a toda persona ajena al tajo de trabajo.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.

RETROEXCAVADORAS Y BULLDOZER DE ORUGAS O NEUMÁTICOS

Riesgos más comunes

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible).
- Caídas por pendientes (trabajos al borde de los taludes, cortes, etc.).
- Choques contra otros vehículos.
- Contactos con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, agua, teléfono, etc.)
- Incendio
- Atrapamientos
- Proyección de objetos durante el trabajo
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes
- Ruido propio y ambiental
- Vibraciones
- Los derivados de trabajos en ambientes pulverulentos.
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

Normas básicas de prevención

- Para subir o bajar de la retro, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para ello.
- No accederán a la máquina encaramándose a través de las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros evitando las caídas.
- Subir y bajar de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), agarrándose con ambas manos.
- No saltar nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- No realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en marcha.
- No permitir el acceso a la retro a personas no autorizadas.
- No trabajar con la retro en situación de avería o semiavería (con fallos esporádicos).

- Para evitar accidentes durante las operaciones de mantenimiento, apoyar primero la cuchara en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina, a continuación realizar las operaciones que sean necesarias.
- No guardar combustible ni trapos en la retro, pueden incendiarse.
- No levantar en caliente la tapa de radiador, pues el vapor desprendido de forma incontrolada pueden causar quemaduras.
- Protegerse con guantes si hay que manipular líquidos anticorrosión. Utilizar gafas antiproyecciones.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si hay que manipularlos, no fumar ni acercar fuego.
- Si hay que tocar el electrolito hacerlo protegidos con guantes. Es altamente corrosivo.
- Si hay que manipular el sistema eléctrico, primero desconectar la máquina y extraer la llave de contacto.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vaciarlas y limpiarlas de aceite. El aceite hidráulico es inflamable.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, sin antes haber instalado los calzos/tacos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar el trabajo, comprobar que funcionan los mandos correctamente.
- Los trabajadores que desarrollen su trabajo dentro del radio de acción del brazo de la retro, deberán tomar las debidas precauciones para evitar todo tipo de accidentes.
- No se realizarán esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la retro, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.
- El cambio de posición de la retro en trabajos a media ladera, se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de la pendiente con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad al vuelco.
- Se prohíbe estacionar la retro a menos de tres metros (como norma general), del borde de barrancos, hoyos, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

- Se prohíbe verter los productos de la excavación a menos de dos metros (como norma general), del borde de corte superior de una zanja o trinchera, para evitar los riesgos de sobrecarga del terreno.
- No se utilizará el cazo de la retro como ascensor no como plataforma de trabajo.
- No se utilizará el cazo de la retro como vehículo de transporte personal.
- Se prohíbe expresamente, dormir bajo la sombra proyectada por las máquinas.
- Los conductores al realizar “nuevos recorridos”, observarán cuidadosamente en el primero de ellos las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones horizontales o verticales de la cuchara y de la carga.
- Vigilar la presión de los neumáticos. Trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante.
- Durante el relleno de aire de las ruedas, situarse tras la banda de rodadura apartado del punto de conexión. Un reventón del conducto de goma o de la boquilla, puede convertir el conjunto en un látigo.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe el uso de prendas sin ceñir.
- Se prohíbe encaramarse a la máquina durante la realización de cualquier movimiento.
- Prohibido subir o bajar de la retro en marcha.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la retro.

MAQUINARIA DE COMPACTACIÓN

Riesgos más comunes

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin freno de estacionamiento colocado).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por el compactador).

- Caída del compactador por pendientes (aproximación excesiva al borde de los taludes).
- Choques contra otros vehículos.
- Incendio
- Atrapamientos
- Proyección de objetos durante el trabajo
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina
- Golpes
- Ruido propio y del conjunto
- Vibraciones
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

Normas básicas de prevención

- Para subir o bajar del compactador utilizar los peldaños y asidero dispuestos para tal fin, evitando lesiones por caídas.
- Subir y bajar de la máquina de forma frontal asiendo con ambas manos.
- No saltar directamente al suelo, si no es por peligro inminente.
- No tratar de hacer ajustes con la máquina en movimiento o el motor en marcha.
- No permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.
- No guardar trapos grasientos ni combustible sobre el compactador, pueden ocasionar incendios.
- Evitar tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.
- No tocar directamente el electrolito de la batería con los dedos, protéjase con guantes impermeables. Es altamente corrosivo.
- Si se manipula el sistema eléctrico por alguna causa, desconectar el motor y extraer la llave de contacto.
- Durante la limpieza de la máquina protegerse con ropa adecuada, gafas, guantes, etc.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vaciarlas y limpiarlas de aceite. El aceite del sistema hidráulico es inflamable.

- No liberar los frenos de la máquina en posición de paradas, si antes no se han instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Vigilar la presión de los neumáticos. Trabajar con el inflado a presión recomendada por el fabricante.
- Durante el relleno de aire de las ruedas situarse tras la banda de rodadura apartado del punto de conexión. Un reventón del conducto de goma o de la boquilla, puede convertir el conjunto en un látigo.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a la velocidad lenta.
- Se prohíbe encaramarse a la máquina durante la realización de cualquier movimiento.
- Prohibido subir o bajar del compactador en marcha.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación del compactador.
- Los compactadores de neumáticos estarán dotados de luces y señal acústica de retroceso.
- Se prohíbe expresamente dormir bajo la sombra proyectada por las máquinas en reposo.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de compactación.
- Cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.

MOTONIVELADORA

Riesgos más comunes

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin freno de estacionamiento colocado).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible).
- Caída de la motoniveladora por pendientes (aproximación excesiva al borde de los taludes).
- Choques contra otros vehículos.
- Contactos con líneas eléctricas (enterradas).

- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, agua, teléfono, etc.)
- Incendio
- Atrapamientos
- Proyección de objetos durante el trabajo
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina
- Golpes
- Ruido propio y del conjunto
- Vibraciones
- Los derivados de trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.)
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

Normas básicas de prevención

- Para subir o bajar de la motoniveladora utilizar los peldaños y asidero dispuestos para tal fin, evitando lesiones por caídas.
- No se subirá utilizando las llantas o cubiertas.
- Subir y bajar de la máquina de forma frontal asíendose con ambas manos.
- No saltar directamente al suelo, si no es por peligro inminente.
- No tratar de hacer ajustes con la máquina en movimiento o el motor en marcha.
- No permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.
- No trabajar con la máquina en situación de avería o semiavería.
- Para evitar lesiones, apoyar en el suelo la cuchilla, parar el motor, poner el freno de mano y bloquear la máquina. A continuación realizar las operaciones de servicios necesarias.
- No guardar trapos grasientos ni combustible sobre la motoniveladora, pueden ocasionar incendios.
- En caso del calentamiento del motor, recordar que no debe abrirse directamente la tapa del radiador. El vapor puede causar quemaduras.
- Evitar tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas antiproyecciones.
- No fumar cuando se manipule la batería, puede incendiarse.
- No fumar cuando se abastezca de combustible, puede inflamarse.

- No tocar directamente el electrólito de la batería con los dedos, protéjase con guantes impermeables. Es altamente corrosivo.
- Si se manipula el sistema eléctrico por alguna causa, desconectar el motor y extraer la llave de contacto.
- Durante la limpieza de la máquina protegerse con ropa adecuada, gafas, guantes, etc.
- Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vaciarlas y limpiarlas de aceite. El aceite del sistema hidráulico es inflamable.
- No liberar los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Vigilar la presión de los neumáticos. Trabajar con el inflado a la presión recomendado por el fabricante.
- Durante el relleno de aire de las ruedas situarse tras la banda de rodadura apartado del punto de conexión. Un reventón del conducto de goma o de la boquilla, puede convertir el conjunto en un látigo.
- Los caminos de circulación interna de la obra se trazarán y señalizarán convenientemente. Se cuidarán para evitar blandones y enbarramientos excesivos.
- Las motoniveladoras que tengan que circular por la vía pública cumplirán las disposiciones legales necesarias por estar autorizadas.
- Se prohíbe abandonar la máquina con el motor en marcha, así como con la cuchilla izada y si apoyar en el suelo.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a la velocidad lenta. Se prohíbe encaramarse a la motoniveladora durante la realización de cualquier movimiento.
- Prohibido subir o bajar de la motoniveladora en marcha.
- Estarán dotas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la motoniveladora.
- Se prohíbe expresamente dormir bajo la sombra proyectada por las motoniveladoras en reposo.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de trabajo.
- Los conductores antes de realizar “nuevos recorridos” observarán cuidadosamente en el primero de ellos las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones horizontales o verticales de la máquina.

- Se prohíbe la permanencia en el tajo de trabajo a toda persona ajena al mismo
- Cambiar el aceite al motor y del sistema hidráulico en frío para evitar quemaduras.

AUTOHORMIGONERA

Riesgos más comunes

- Atropello de personas
- Colisión con otras máquinas
- Vuelcos
- Caída de personas desde la máquina
- Golpes en el manejo de las canaletas
- Golpes con el cubilete del hormigón
- Sobreesfuerzos en descarga de sacos de cemento
- Salpicaduras de hormigón o mortero

Normas básicas de prevención

- Las rampas de acceso al tajo no superarán el 12% de pendiente en prevención de atoramiento o vuelco.
- La limpieza de la cuba y canaletas se realizará en los lugares adecuados.
- La puesta en estación y los movimientos de la autohormigonera durante las operaciones de vertido del hormigón se cuidarán al máximo para evitar vuelcos.
- No introducir las manos o cualquier herramienta (pala, paleta, etc.) en el tambor, estando en funcionamiento.
- Respecto a las normas aplicables a la circulación de la máquina, serán similares a las de palas cargadoras, motoniveladoras, etc.
- Este tipo de máquina requiere un especial cuidado en la conservación y mantenimiento de la misma.

COMPRESOR

Riesgos comunes

- Vuelco

- Atrapamiento de personas
- Caídas
- Desprendimientos durante el transporte en suspensión
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor
- Proyección de aire y partículas por rotura de manguera

Normas básicas de prevención

- El arrastre directo del compresor para ubicación por los operarios, se realizará a una distancia nunca inferior a los dos metros de los cortes o taludes de la excavación, en prevención del riesgo de desprendimiento de las tierras por sobrecarga.
- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado equilibrado del compresor, de tal forma que queda garantizada la seguridad de la carga.
- Los compresores quedarán estacionados con la lanza de arrastre en posición horizontal, con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizantes. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación, se le adaptará un suplemento firme y seguro.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o explosiones.
- Se controlará el estado de las mangueras, protegiéndolas contra el paso de vehículos, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión.
- Se evitarán los pasos de mangueras sobre escombros de fábrica o de roca y sobre caminos y viales de obra o públicos, a no ser que estén debidamente protegidos.

VIBRADORES ELÉCTRICOS O NEUMÁTICOS

Riesgos más comunes

- Descargas eléctricas
- Salpicaduras de lechada de hormigón en los ojos

- Caídas desde altura durante su manejo
- Vibraciones

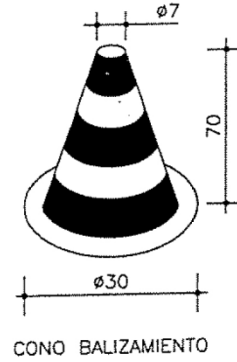
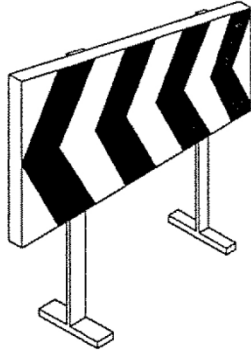
Normas básicas de prevención

- El vibrado se hará siempre desde posiciones estables
- La manguera de alimentación eléctrica estará protegida si discurre por zonas de paso
- Los vibradores estarán protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento
- En el caso de usar vibradores neumáticos se adoptarán las precauciones inherentes a la utilización de este tipo de energía.

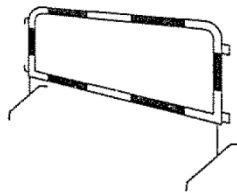
1.7. PRESUPUESTO

El Presupuesto de Ejecución Material del presente Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de

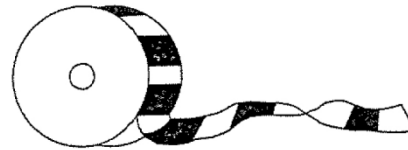
2. PLANOS



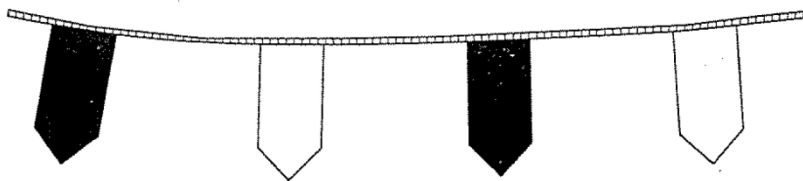
CONO BALIZAMIENTO



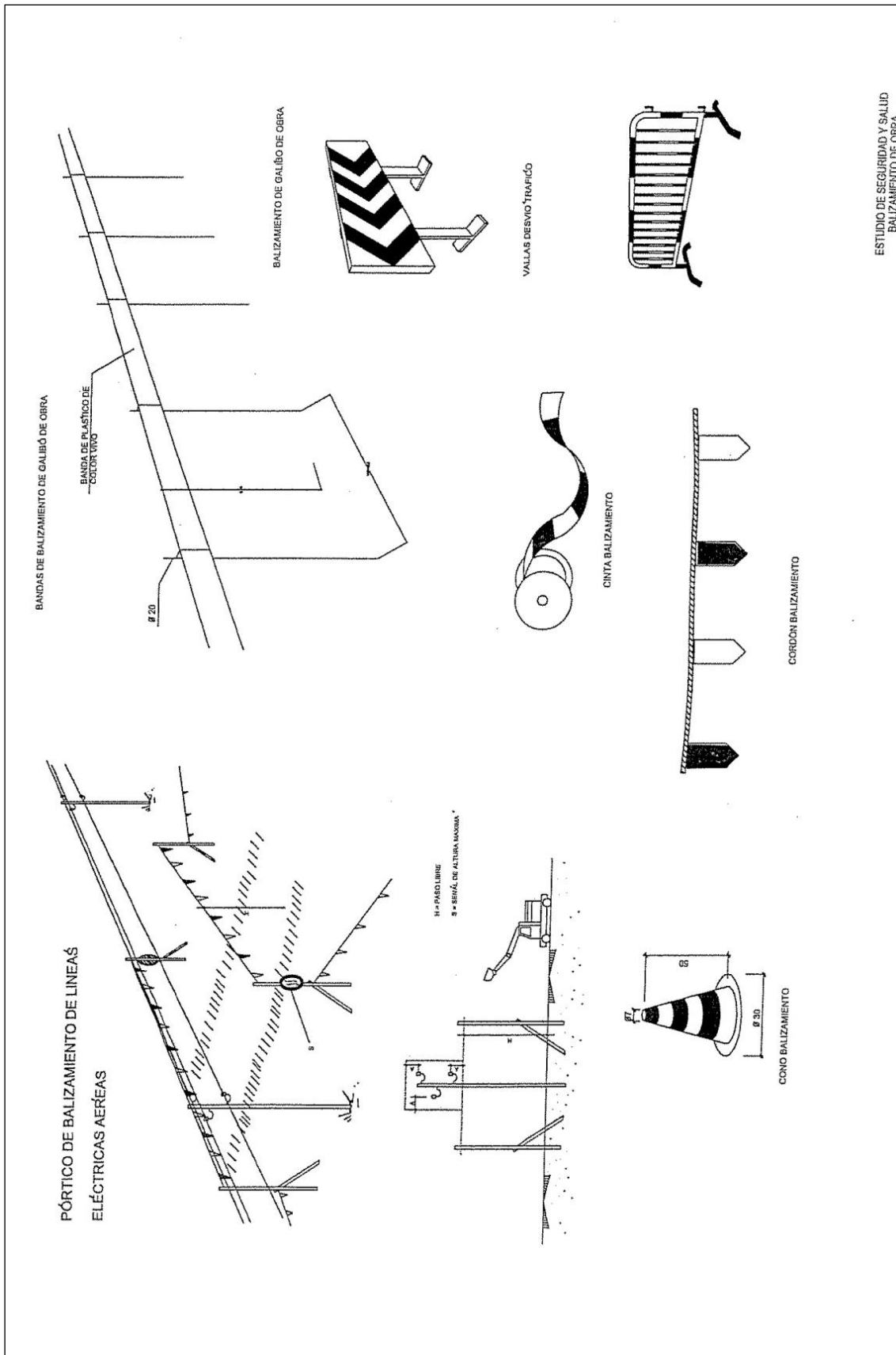
VALLAS DESVIO TRAFICO

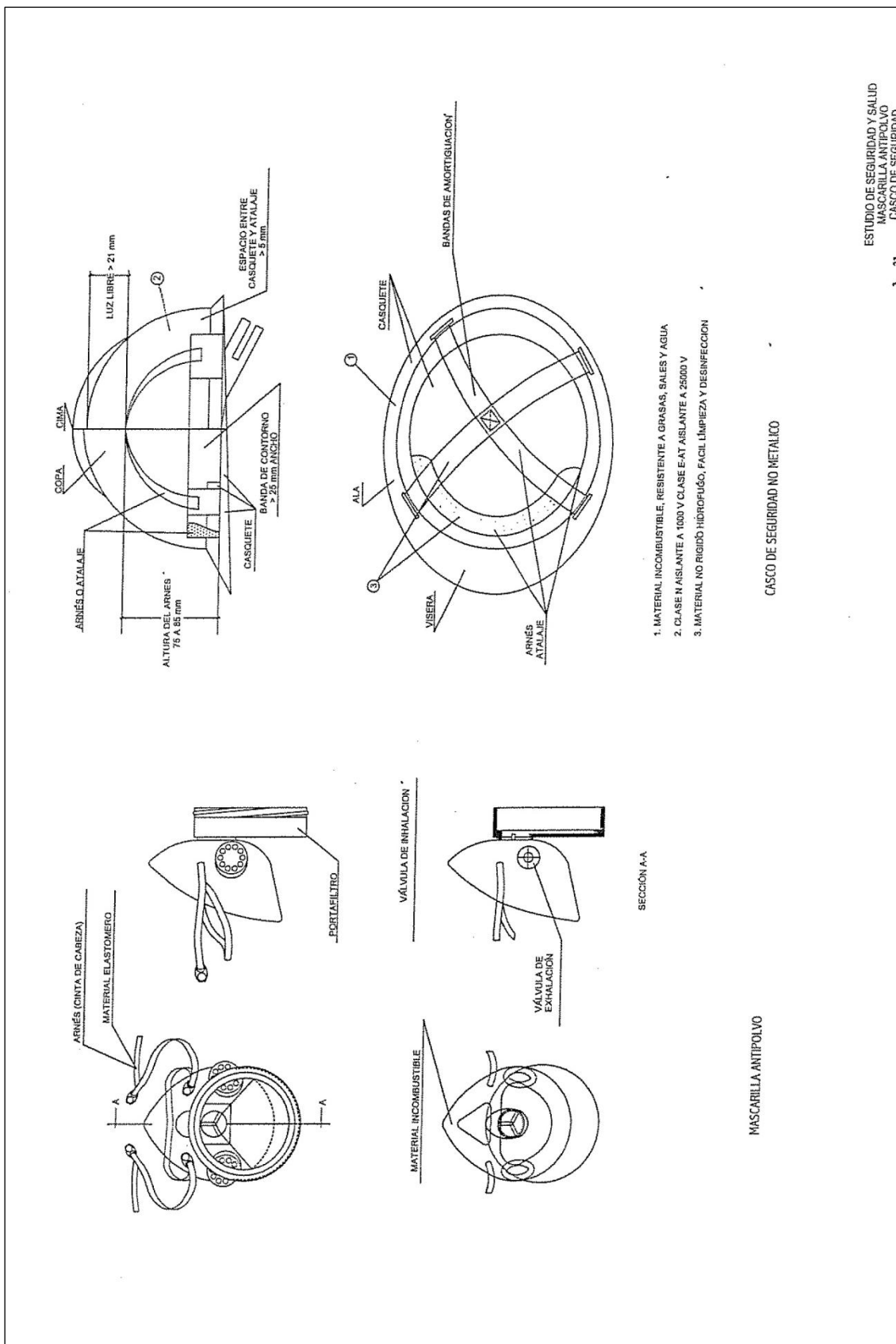


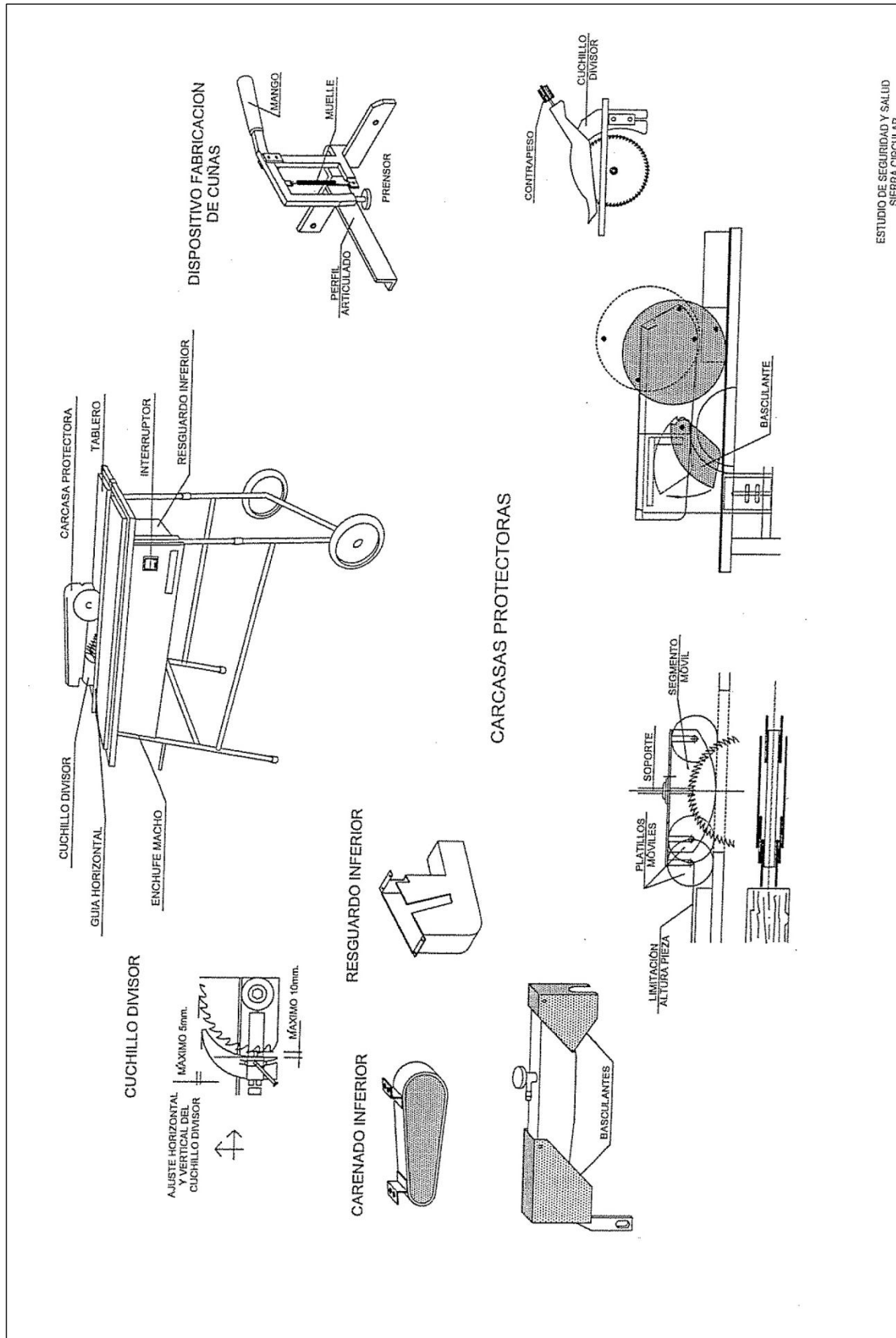
CINTA BALIZAMIENTO



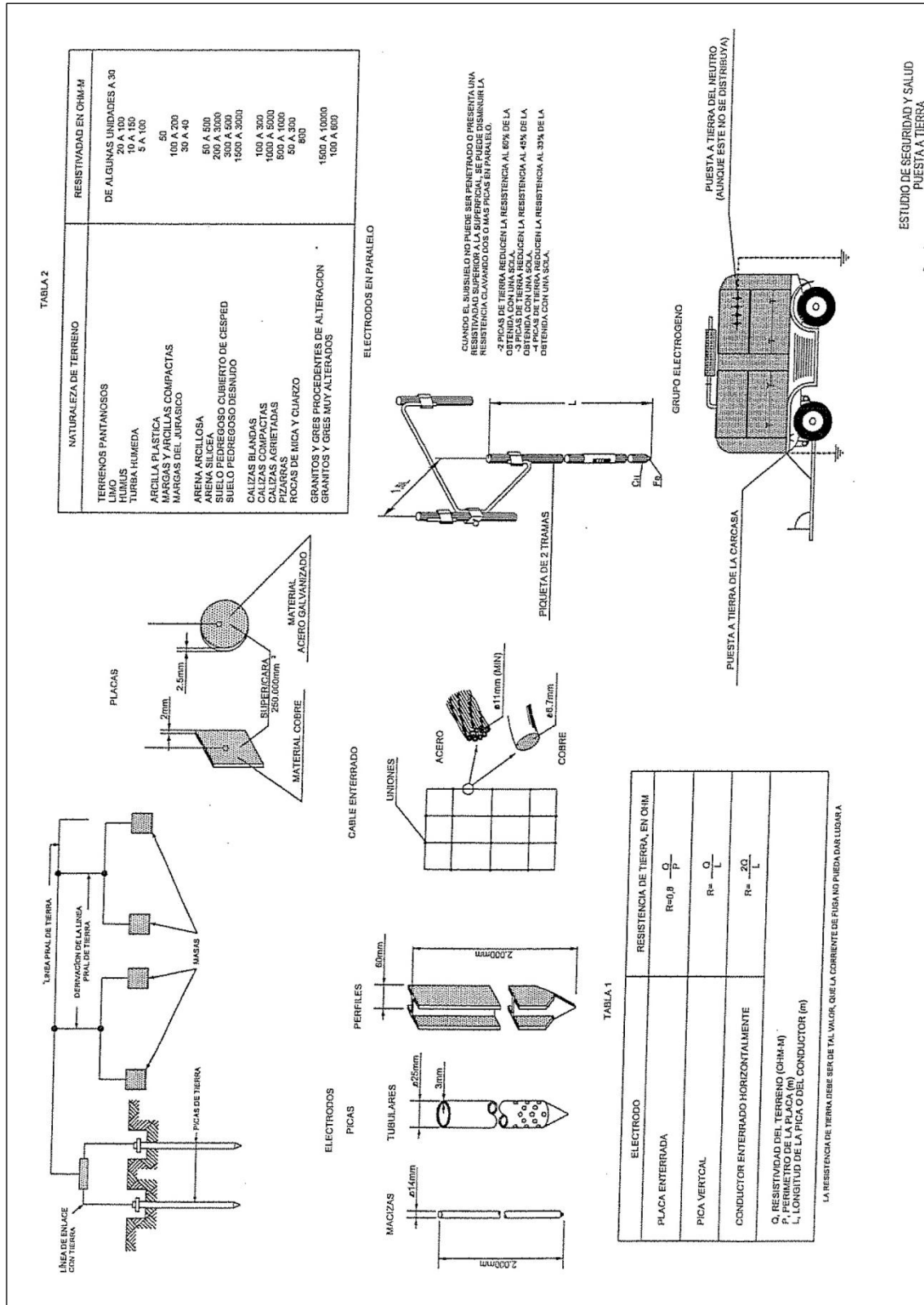
CORDON BALIZAMIENTO

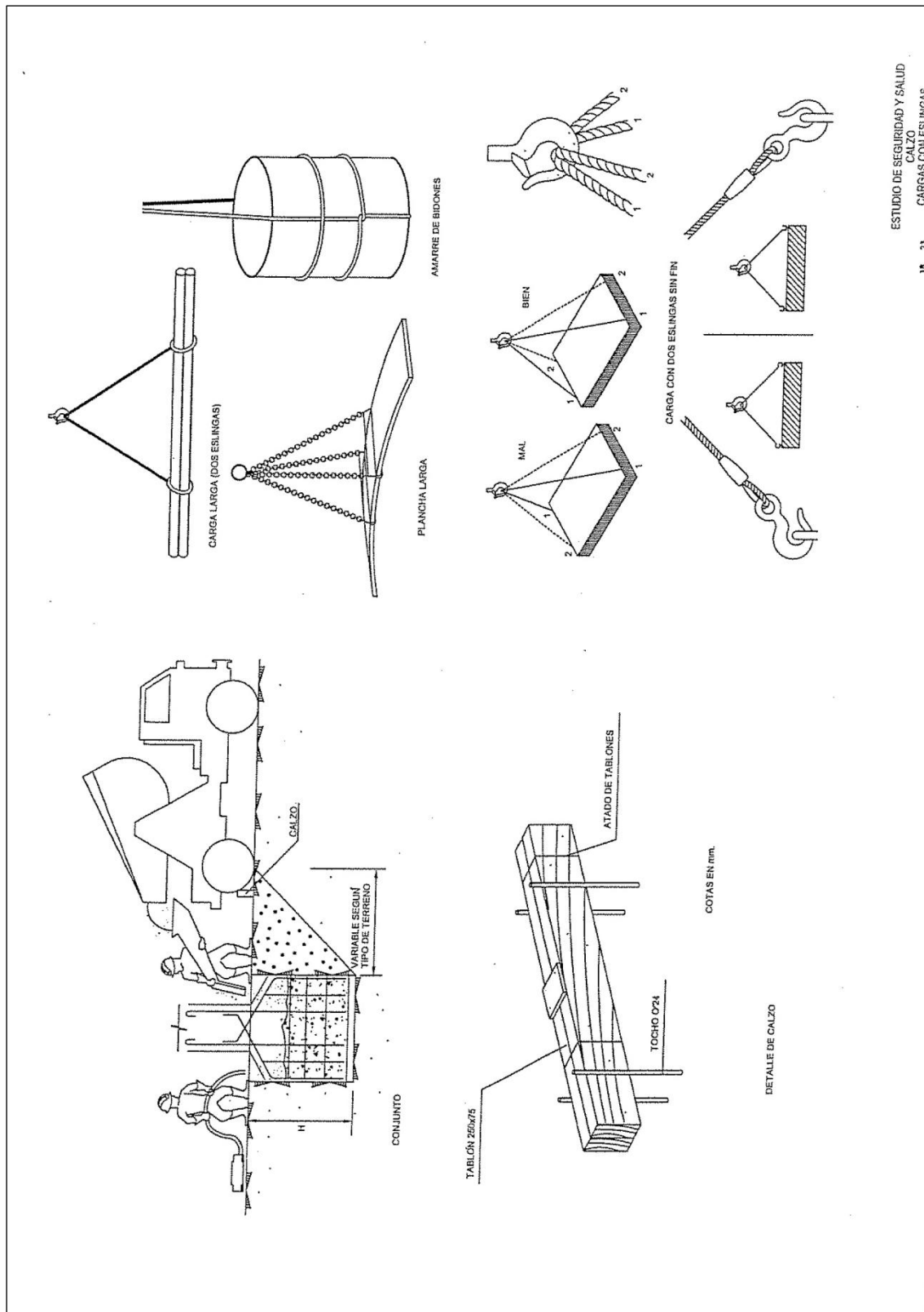






ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
SIERRA CIRCULAR

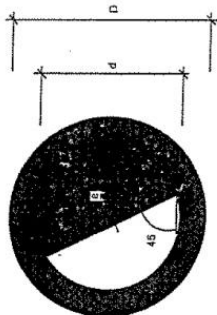




VERTEDER DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN*



DIMENSIONES (mm)			
D	d	e	
534	420	44	
420	337	31	
297	210	17	
210	146	16	
146	105	11	
105	74	8	

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*) SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

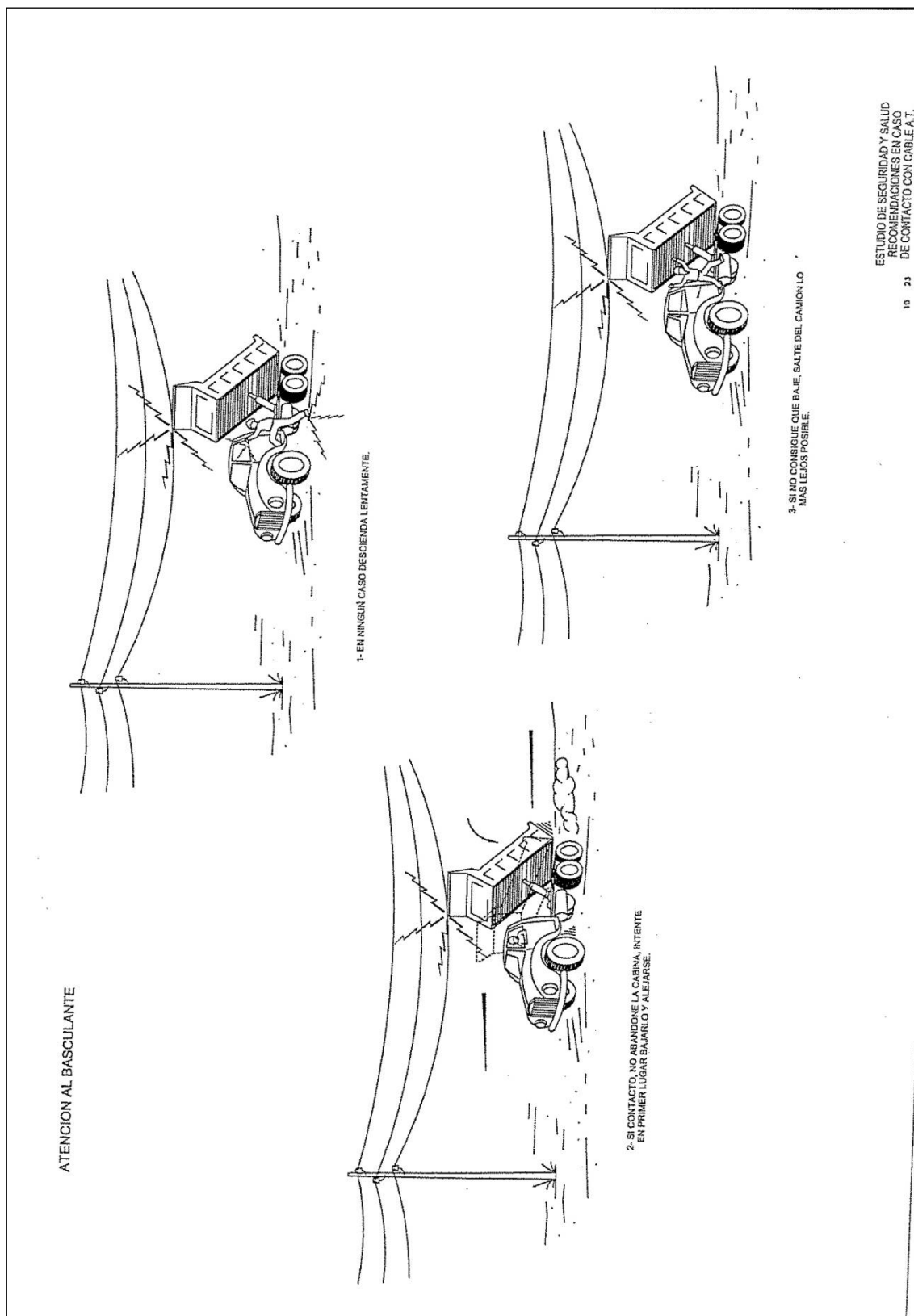
SEÑAL	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6	
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA	
CONTENIDO GRÁFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	CERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA	

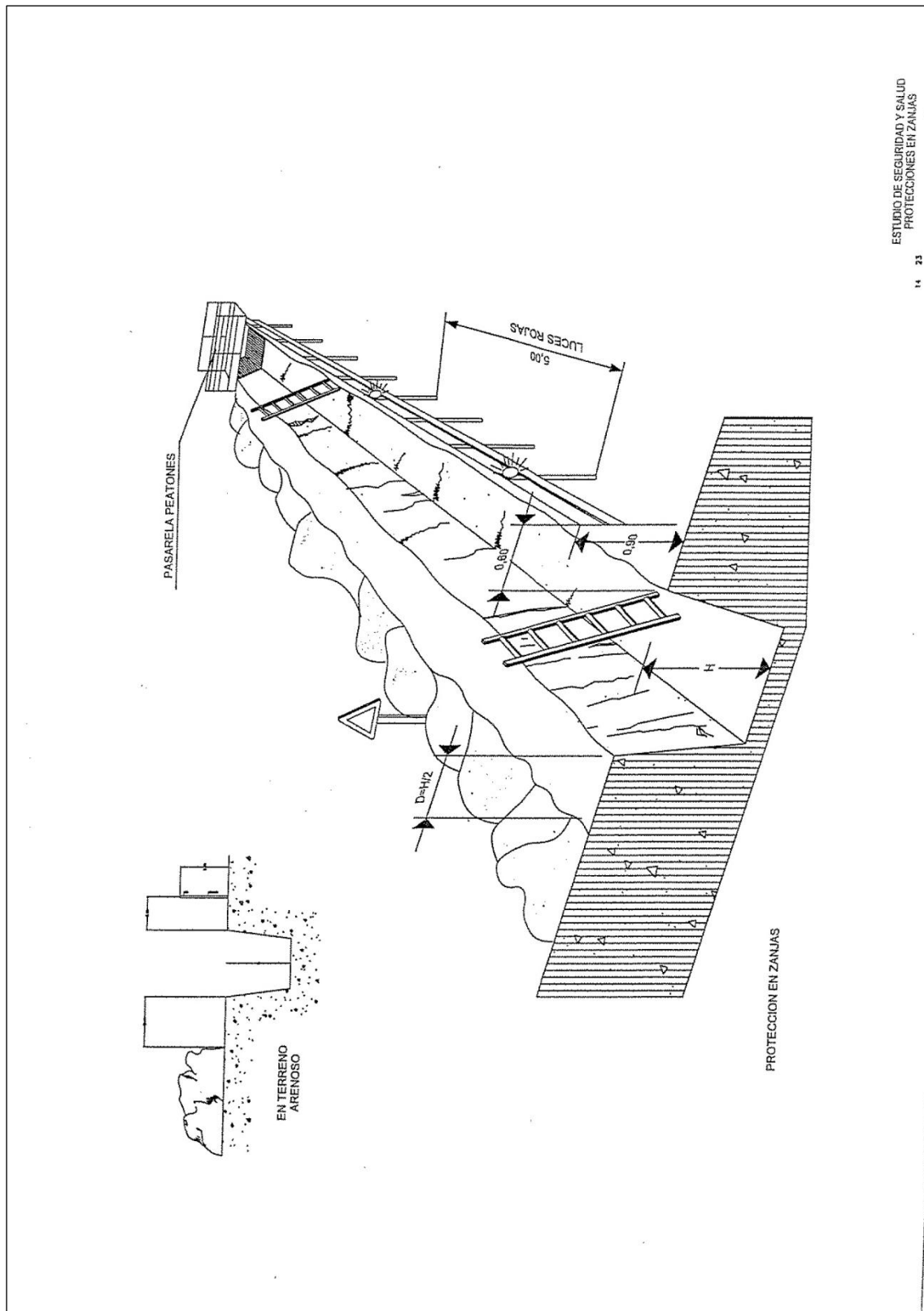
NOTAS:

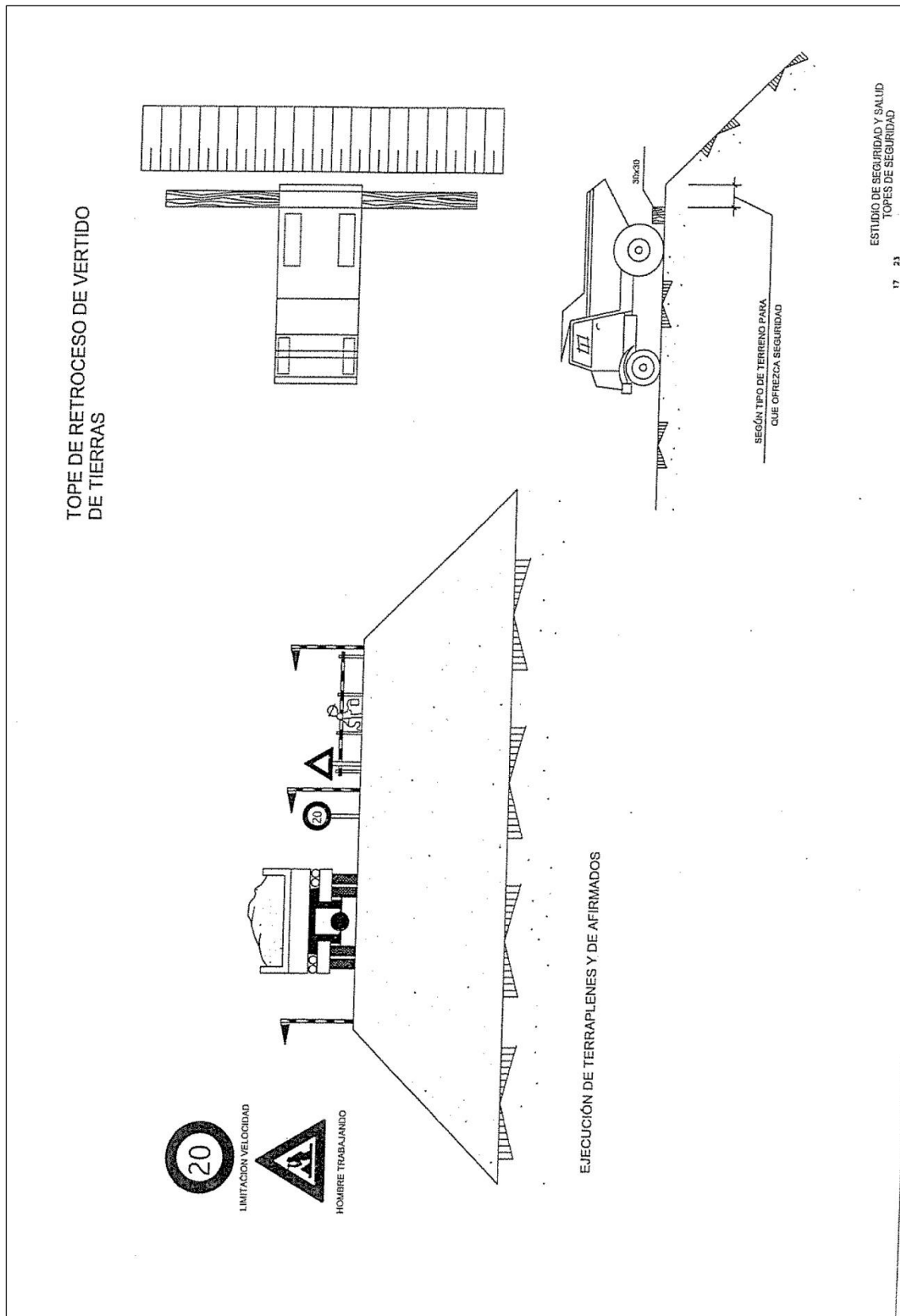
- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AÚN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

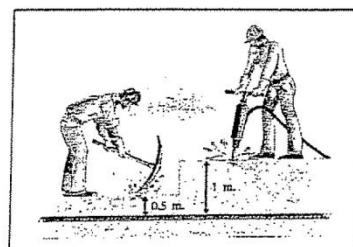
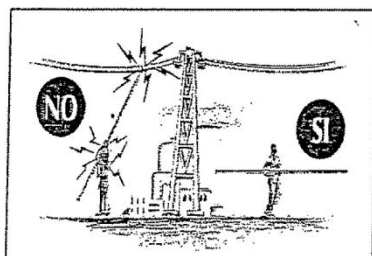
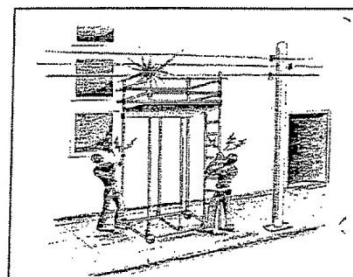
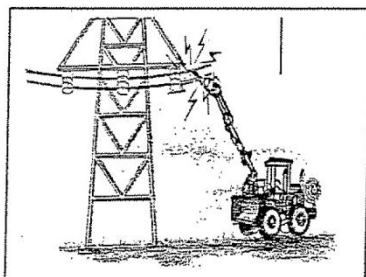
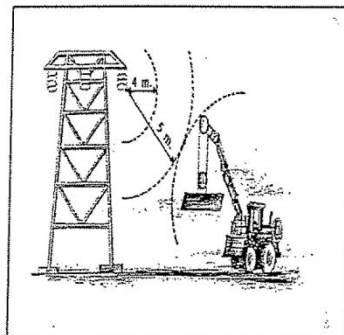
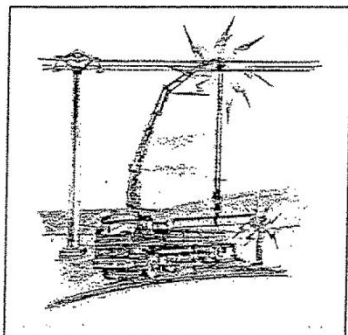
19 23

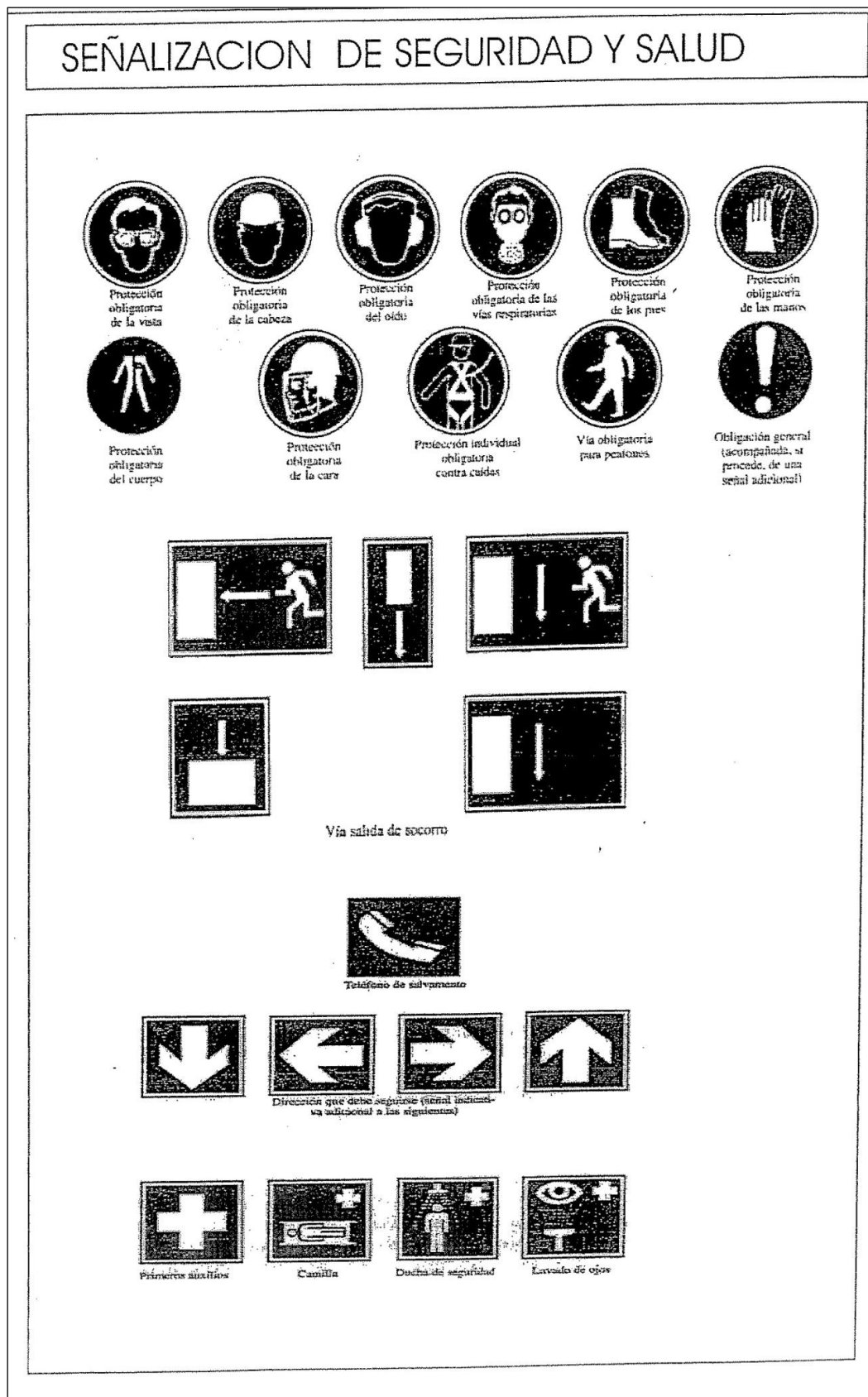




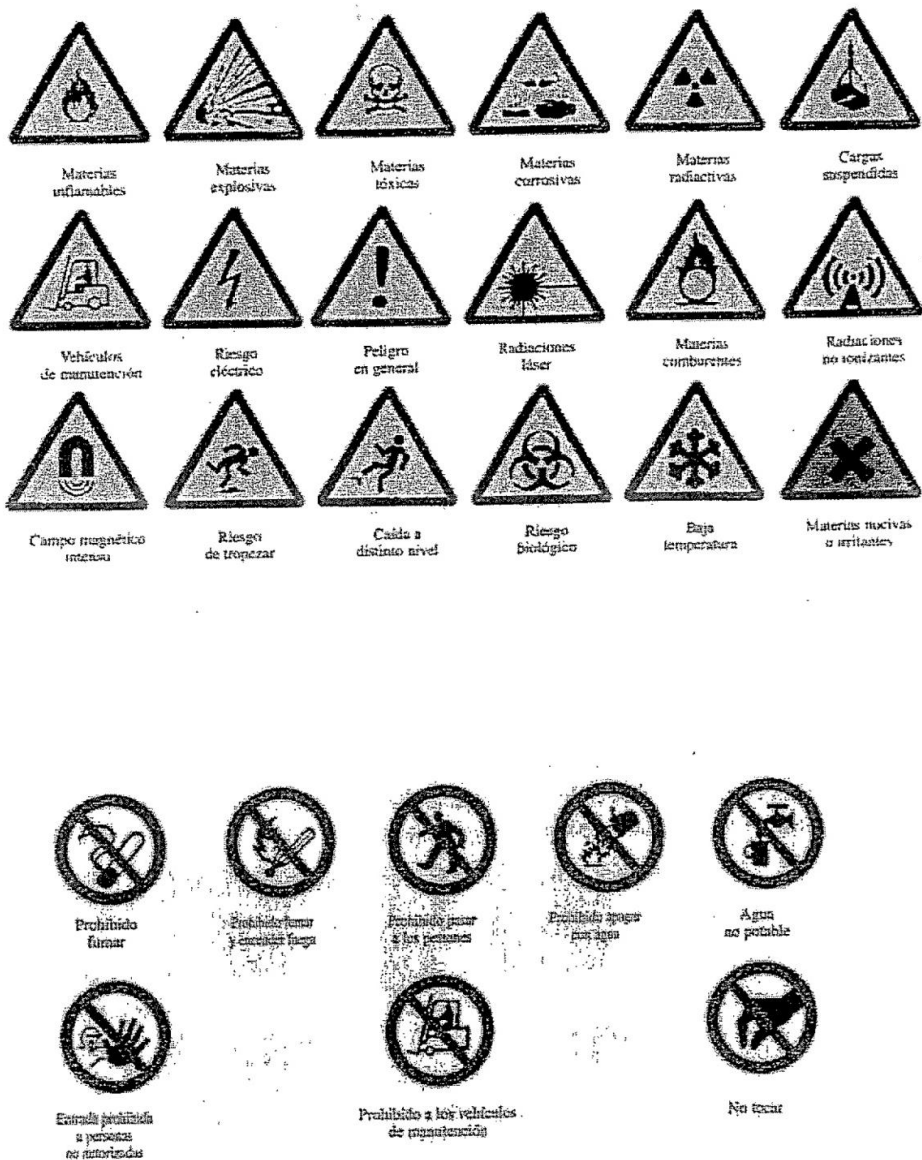


TRABAJO O MOVIMIENTO DE MAQUINAS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN TENSION

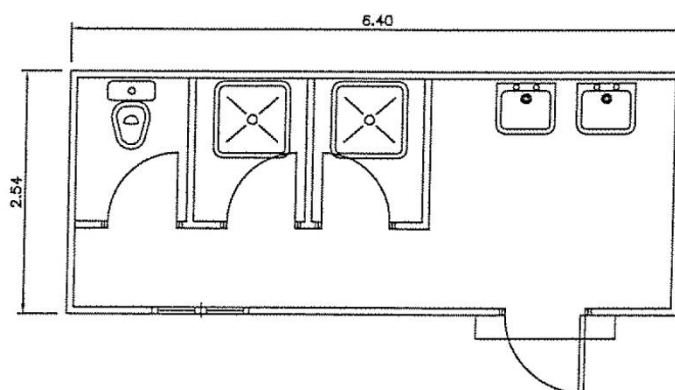




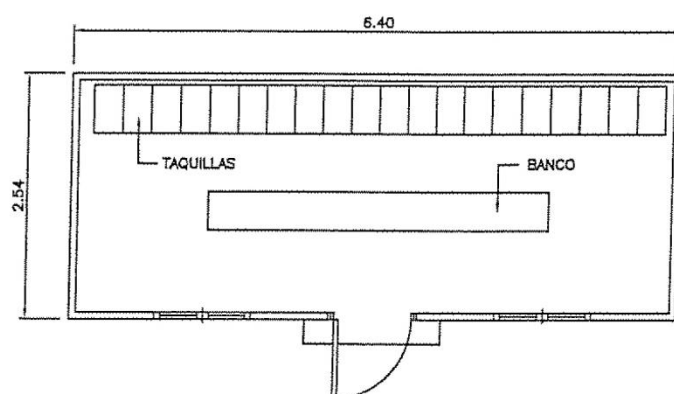
SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD



MÓDULOS PREFABRICADOS
ASEO HASTA 25 TRABAJADORES 6,40 x 2,54



MÓDULOS PREFABRICADOS
VESTUARIO 6,40 x 2,54



3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. INTRODUCCIÓN

Pliego de condiciones que ha de regir en cuanto a Seguridad y Salud en el Trabajo de las obras incluidas en el presente Proyecto.

3.2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en los Textos Legales siguientes, siempre que no hayan sido derogadas por publicaciones posteriores:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95, de 8 de Noviembre (BOE 10-11-95)
- Texto refundido de la Ley del Estatuto de Los Trabajadores (R.D.L. 1/1995)
- Convenio Colectivo Provincial de la Constitución.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997 y el R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1109/2007 por el que se actualiza el RD 1627/97
- R.D. 337/2010 del 19 de Marzo por el que se modifican los RD 1627/1997, R.D. 39/1997 y R.D. 1109/2007
- R.D. 337/2010 de 19 de marzo.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52)
- Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación, Actualizada por la Ley 30/2007 y por la ley 26/2009
- Ordenanza de trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-8-70)
- Estudio Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (BOE 11-3-71)
- Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (BOE 16-3-71)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión R.D. -842/2002 del 2 de Agosto (BOE 18/09/2002)
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (O.M. 17-5-74) (BOE 29-5-74)
- Estatuto de los trabajadores, Ley 8/1980 de 10 de marzo (BOE 14-3-80)
- Normas para la señalización de obras en las carreteras. (O.M. 31-8-87) (BOE 18-9-87)

- R.D. 665/1997, de 12 de Mayo. Exposición a agentes cancerígenos durante el Trabajo.
- R.D. 664/1997, de 12 de Mayo. Protección de los Trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril. Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.

3.3. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

3.3.1. Protecciones personales

Las protecciones personales se adecuarán a lo normativa vigente en tema de Seguridad y Salud.

3.3.2. Protecciones colectivas

Vallas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.

Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.

Medios auxiliares de topografía

Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

Riesgos de viales

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar el levantamiento de polvo.

3.3.3. Normas de actuación de Encargados y Mandos

En dependencia directa del jefe de obra y de jefes de producción deberán:

- Hacer cumplir todas la normas y medidas de seguridad establecidas para cada uno de los tajos
- Hacer que todos los trabajadores a sus órdenes utilicen los elementos de seguridad que tengan asignados
- Hacer que esta utilización sea correcta
- No permitir que se cometan imprudencias, tanto por exceso de confianza como por negligencia o ignorancia
- Hacer que las zonas de trabajo estén despejadas y ordenadas, sin obstáculos para el normal desarrollo del trabajo
- Designar las personas idóneas para que dirijan las maniobras de grúas y vehículos
- Disponer las medidas de seguridad que cada trabajo requiera, incluso la señalización necesaria
- Parar el tajo en caso de observar riesgo de accidente inminente

3.3.4. Normas de actuación del personal trabajador

- Todos los trabajadores deberán ir provistos de la ropa de trabajo, casco y demás prendas de protección que su puesto de trabajo requiera
- La no utilización de estos equipos será falta grave
- Acceder al punto de trabajo por los itinerarios establecidos
- No utilizar las grúas como medio de acceso, ni las máquinas como medio de transporte
- No situarse en el radio de acción de las máquinas en movimiento
- No permanecer debajo de cargas suspendidas
- No manipular el cuadro o líneas eléctricas. En caso de avería deberán avisar al encargado o personal de mantenimiento correspondiente
- Cumplir las instrucciones que reciban de los encargados, capataces y vigilantes de seguridad
- No consumir bebidas alcohólicas ni drogas durante las horas de trabajo

4. MEDICIONES

MEDICIONES							
Nº Orden	DESIGNACIÓN DE UDS. DE OBRA	Nº de partes iguales	UNIDADES				
			DIMENSIONES			Subt.	TOTAL
			Long.	Ancho	Alto		
	<u>Cap: 2-SEGURIDAD Y SALUD</u> <u>Cap: 2.1-Protecciones individuales</u>						
1.1	Ud. Casco homologado						
	Total 1.1						15,00
1.2	Ud. Guantes de neopreno de goma						
	Total 1.2						15,00
1.3	Ud.Gafas antipolvo y anti-impacto	8				8,00	
	Total 1.3						5,00
1.4	Ud.Mascarilla respiración antipolvo,2filtr	5				5,00	
	Total 1.4						5,00
1.5	Ud.Botas de seguri.de lona con puntera						
	Total 1.5						8,00
1.6	Ud.Botas de agua, con puntera						
	Total 1.6						15,00
1.7	Ud. Filtro para mascarilla antipolvo						
	Total 1.7						8,00
1.8	Ud. Protector auditivo	8				8,00	
	Total 1.8						8,00
1.9	Ud. Cordón de seguridad	1				1,00	
	Total 1.9						1,00
1.10	Ud. Mozo de trabajo						
	Total 1.10						6,00
1.11	Ud. Impermeable						

VERTEDER DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

	Total 1.11							8,00
1.12	Ud. Par de guantes de cuero							
	Total 1.12							8,00
Nº Orden	DESIGNACIÓN DE UDS. DE OBRA	Nº de partes iguales	UNIDADES				Subt.	TOTAL
			DIMENSIONES					
			Long.	Ancho	Alto			
	<u>Cap: 2.2-Protecciones colectivas</u>							
1.13	M.L. Cordón de balizamiento reflectante, incluido soporte, colocación y traslado							
	Total 1.13							100,00
1.14	Ud. Valla metálica autónoma de 2,60 m	4					4,00	
	Total 1.14							4,00
1.15	Ud.Extintor de polvo polivalente 12 kg	2					2,00	
	Total 1.15							2,00
1.16	Hr.Brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposiciones							
	Total 1.16							4,00
1.17	Ud.Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico, incluso colocación.	2					2,00	
	Total 1.17							2,00
1.18	Ud.Cono reflexivo de 70 cm							
	Total 1.18							5,00
	<u>Cap: 2.3 – Medidas preventivas</u>							
1.19	Ud. Botiquín instalado en obra, incluso reposición del material durante la ejecución de la obra.							
	Total 1.19							1,00
1.20	Ud. Reconocimiento médico obligatorio							
	Total 1.20							5,00
1.21	Hr Formación de Seg.y Salud en el trabaj							

	Total 1.21						15,00
	<u>Cap: 2.4 – Instalaciones</u>						
1.22	Ud. Alquiler barracón prefabricado con aseos y vestuarios.						
	Total 1.22						1,00

CUADRO DE PRECIOS Nº1

CUADRO DE PRECIOS Nº 1				
Nº	Ud	Descripción	Precio €	En letra
1	Ud	Guantes de neopreno de goma	3,12	TRES EUROS CON DOCE CÉNTIMOS
2	Ud	Casco homologado	4,11	CUATRO EUROS CON ONCE CENTIMOS
3	Ud	Gafas antipolvo y anti-impacto	7,50	SIETE EUROS CON CINCUENTA CENTIMOS
4	Ud	Mascarilla respiración antipolvo,2filtr	10,32	DIEZ EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
5	Ud	Botas de seguir. de lona con puntera	27,90	VEINTISIETE EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
6	Ud	Botas de agua, con puntera	17,90	DIECISIETE EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
7	ML	Cordón de balizamiento reflectante, incluso soporte, colocación y traslado	0,62	SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
8	Ud	Valla metálica autónoma de 2,60 m	15,63	QUINCE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
9	Ud	Extintor de polvo polivalente 12 kg	120,01	CIENTO VEINTE EUROS CON UN CÉNTIMO
10	Hr	Brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposiciones	18,19	DIECIOCHO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
11	Ud	Filtro para mascarilla antipolvo.	1,04	UN EURO CON CUATRO CÉNTIMOS
12	Ud	Protector auditivo	10,32	DIEZ EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
13	Ud	Cordón de seguridad	18,44	DIECIOCHO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
14	Ud	Mozo de trabajo	32,28	TREINTA Y DOS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
15	Ud	Impermeable	23,52	VEINTITRÉS EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.
16	Ud	Par de guantes de cuero	13,53	TRECE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
17	Ud	Cartel indicativo de riesgo.colocado	8,93	OCHO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
18	Ud	Cono reflexivo de 70 cm	7,50	SIETE EURO CON CINCUENTA CÉNTIMOS
19	Ud	Botiquín en obra incl. Reposición	52,00	CINCUENTA Y DOS EUROS
20	Ud	Reconocimiento médico obligatorio	39,55	TREINTA Y NUEVE EUROS CON

				CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
21	Ud	Alquiler barracón aseos y vestuarios	520,00	QUINIENTOS VEINTE EUROS
22	Hr	Formación Segu. Y Salud en Trabajo	12,48	DOCE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS Nº2

CUADRO DE PRECIOS Nº 2			
Nº	Ud	Descripción	Importe €
1	Ud	Guantes de neopreno de goma	
		Coste directo.....	3,00
		C. Indirectos.....	0,12
		Total.....	3,12
2	Ud	Casco homologado	
		Coste directo.....	3,95
		C. Indirectos.....	0,16
		Total.....	4,11
3	Ud	Gafas antipolvo y anti-impacto	
		Coste directo.....	7,21
		C. Indirectos.....	0,29
		Total.....	7,50
4	Ud	Mascarilla respiración antipolvo,2 filtros	
		Coste directo.....	9,92
		C. Indirectos.....	0,40
		Total.....	10,32
5	Ud	Botas de seguridad de lona con puntera	
		Coste directo.....	26,83
		C. Indirectos.....	1,07
		Total.....	27,90
6	Ud	Botas de agua, con puntera	
		Coste directo.....	17,21
		C. Indirectos.....	0,69
		Total.....	17,90
7	ML	Cordón balizamiento reflecta., colocado	
		Coste directo.....	0,60
		C. Indirectos.....	0,02
		Total.....	0,62
8	Ud	Valla metálica autónoma de 2,50 m	
		Coste directo.....	15,03
		C. Indirectos.....	0,60
		Total.....	15,63

CUADRO DE PRECIOS Nº 2			
Nº	Ud	Descripción	Importe €
9	Ud	Extintor de polvo polivalente de 12 kg	
		Coste directo.....	115,39
		C. Indirectos.....	4,62
		Total.....	120,01
10	Hr	Brigada de seguridad mantenim y reposición	
		Coste directo.....	17,49
		C. Indirectos.....	0,70
		Total.....	18,19
11	Ud	Filtro para mascarilla antipolvo	
		Coste directo.....	1,00
		C. Indirectos.....	0,04
		Total.....	1,04
12	Ud	Protector auditivo	
		Coste directo.....	9,92
		C. Indirectos.....	0,40
		Total.....	10,32
13	Ud	Cordón de seguridad	
		Coste directo.....	17,73
		C. Indirectos.....	0,71
		Total.....	18,44
14	Ud	Mozo de trabajo	
		Coste directo.....	31,04
		C. Indirectos.....	1,24
		Total.....	32,28
15	Ud	Impermeable	
		Coste directo.....	22,62
		C. Indirectos.....	0,90
		Total.....	23,52
16	Ud	Par de guantes de cuero	
		Coste directo.....	13,01
		C. Indirectos.....	0,52
		Total.....	13,53

CUADRO DE PRECIOS Nº 2			
Nº	Ud	Descripción	Importe €
17	Ud	Cartel indic. riesgo soporte metálico colocado	
		Coste directo.....	8,59
		C. Indirectos.....	0,34
		Total.....	8,93
18	Ud	Cono reflexivo de 70 cm	
		Coste directo.....	7,21
		C. Indirectos.....	0,29
		Total.....	7,50
19	Ud	Botiquín inst. obra incluso reposicion. de material	
		Coste directo.....	50,00
		C. Indirectos.....	2,00
		Total.....	52,00
20	Ud	Reconocimiento médico obligatorio	
		Coste directo.....	38,03
		C. Indirectos.....	1,52
		Total.....	39,55
21	Ud	Alquiler Barracón prefabricado aseos y vestuarios	
		Coste directo.....	500,00
		C. Indirectos.....	20,00
		Total.....	520,00
22	Hr	Formación de seguridad y salud en el trabajo	
		Coste directo.....	12,00
		C. Indirectos.....	0,48
		Total.....	12,48

5. PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO POR CAPÍTULO

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio €	Importe €
	<u>Cap: 1-SEGURIDAD Y SALUD</u>			
	<u>Cap: 1.1-Protecciones individuales</u>			
1.1	Ud. Casco homologado	15,00	4,11	61,65
1.2	Ud. Guantes de neopreno de goma	15,00	3,12	46,80
1.3	Ud. Gafas antipolvo y anti-impacto	5,00	7,50	37,50
1.4	Ud. Mascarilla respiración antipolvo,2filtr	5,00	10,32	51,60
1.5	Ud. Botas de seguri.de lona con puntera	8,00	27,90	223,2
1.6	Ud. Botas de agua, con puntera	15,00	17,90	268,50
1.7	Ud. Filtro para mascarilla antipolvo	8,00	1,04	8,32
1.8	Ud. Protector auditivo	8,00	10,32	82,56
1.9	Ud. Cordón de seguridad	1,00	18,44	18,44
1.10	Ud. Mozo de trabajo	6,00	32,28	193,68
1.11	Ud. Impermeable	8,00	23,52	188,16
1.12	Ud. Par de guantes de cuero	8,00	13,53	108,24
	Total Capítulo 1.1			1.288,65
	<u>Cap: 1.2-Protecciones colectivas</u>			
1.13	M.L. Cordón de balizamiento reflectante, incluido soporte, colocación y traslado	100,00	0,62	62,00
1.14	Ud. Valla metálica autónoma de 2,60 m	4,00	15,63	62,52
1.15	Ud. Extintor de polvo polivalente 12 kg	2,00	120,01	240,02
1.16	Hr. Brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposiciones	4,00	18,19	72,76
1.17	Ud. Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico, incluso colocación.	2,00	8,93	17,86
1.18	Ud. Cono reflexivo de 70 cm	5,00	7,50	37,50
	Total Capítulo 1.2			492,66

PRESUPUESTO POR CAPÍTULO

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio €	Importe €
	<u>Cap: 1.3 – Medidas preventivas</u>			
1.19	Ud. Botiquín instalado en obra, incluso reposición del material durante la ejecución de la obra.	1,00	52,00	52,00
1.20	Ud. Reconocimiento médico obligatorio	5,00	39,55	197,75
1.21	Hr Formación de Seg.y Salud en el trabaj	15,00	12,48	187,20
	Total Capítulo 1.3			436,95
	<u>Cap: 1.4 – Instalaciones</u>			
1.22	Ud. Alquiler barracón prefabricado con aseos y vestuarios.	1,00	520,00	520,00
	Total Capítulo 1.4			520,00

PRESUPUESTO POR CAPÍTULO

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Medición	Precio €	Importe €
	Total Capítulo 1.1			1.288,65
	Total Capítulo 1.2			492,66
	Total Capítulo 1.3			436,95
	Total Capítulo 1.4			520,00
	TOTAL PRESUPUESTO			2.738,26

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. RESUMEN DE CAPÍTULOS

Código	Descripción	Subtotal €	Importe €
Cap.- 01	SEGURIDAD Y SALUD	2.738,26	
			2.738,26

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL

Asciende el presente presupuesto total, a la cantidad de:

DOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON VEINTISÉIS CÉNTIMOS

Anexo.- Nº14
PLAN DE OBRA

ANEXO Nº14: PLAN DE OBRA.

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se adjunta el Plan de Obra previsto para el perfecto desarrollo de las obras objeto del Proyecto. Este Plan de Obra tiene un carácter meramente indicativo y orientativo, correspondiéndole al Contratista adjudicatario de las obras la presentación de una Planificación de las obras más exhaustivas.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

LA COLILLA

Id	Nombre de tarea	Duración	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1	REPLANTEO E INICIO	3 días						
2	TAREAS INICIALES	52 días?						
3	Limpieza y preparación de las antiguas pistas	15 días						
4	Limpieza de los vasos de vertido	28 días						
5	Reparación taludes de apartaderos	21 días						
6	Extensión y compactación de zahorras pistas	25 días						
7	PREPARACIÓN DEL VASO DE VERTIDO	36 días?						
8	Limpieza, nivelación y refino de vasos	15 días						
9	Impermeabilización de vaso de vertido	21 días						
10	DRENAJE	53 días?						
11	Construcción zanjas de drenaje y arquetas	16 días						
12	Colocación de tuberías y grava	20 días						
13	Construcción de balsa de lixiviados, acabada	21 días						
14	CONSTRUCCIÓN ACCESORIOS	80 días?						
15	Construcción rampa de acceso superior	18 días						
16	Construcción explanada superior descarga	26 días						
17	Construcción topes antivuelco camiones	18 días						
18	Vallado perimetral	18 días						
19	VARIOS	21 días						
20	SEGURIDAD Y SALUD	181 días						

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

GEMUÑO

Id	Nombre de tarea	Duración	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	REPLANTEO E INICIO	3 días	■											
2	TAREAS INICIALES	186 días?												
3	Construcción de camino de acceso	21 días	■											
4	Excavación de hueco de vertido	165 días		■										
5	Construcción de pista perimetral al vaso	21 días						■						
6	PREPARACIÓN DEL VASO DE VERTIDO	75 días?												
7	Extensión y compactación de arcilla	30 días							■					
8	Excavación de la red de lixiviados	15 días								■				
9	Colocación de lámina de PEAD y Geotextil	30 días									■			
10	DRENAJE	94 días?												
11	Construcción de arquetas de desagüe	21 días										■		
12	Colocación de tuberías y relleno de árido	28 días											■	
13	Extensión de paquete de árido en el vaso	21 días												■
14	Construcción balsa de lixiviados	30 días												■
15	Construcción cuneta captación escorrentía	15 días								■				
16	CONSTRUCCIÓN ACCESORIOS	22 días?												
17	Vallado perimetral	22 días												■
18	VARIOS	30 días						■						■
19	SEGURIDAD Y SALUD	365 días	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Anexo.- Nº15
GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS DURANTE
LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ANEXO Nº15: GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

INDICE

1. OBJETIVOS	3
2. GESTIÓN DE RESIDUOS	3
2.1. INTRODUCCIÓN	3
2.2. GESTIÓN DE USO DE MATERIALES	4
2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS	5
2.4. GESTIÓN Y COSTE DE LOS RESIDUOS GENERADOS	8
2.5. DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DE OBRA	14
3. COSTE TOTAL	19
3.1. COSTE PARA FORMACIÓN BÁSICA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LOS TRABAJADORES	19
3.2. COSTE TOTAL DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS	20
4. CAMPAÑA DE OTIMIZACIÓN DE RESIDUOS	20
a. MINIMIZAR O EVITAR LOS RESIDUOS	20
b. VALORIZAR O RECICLAR TODO LO QUE SEA APROVECHABLE	21
c. TRATAR CORRECTAMENTE EL RESIDUO	21
5. PRESUPUESTO	21

1. OBJETIVOS

Durante la ejecución de las obras se van a generar residuos de distinta índole. El objetivo del presente anexo es dar cumplimiento a la Estrategia Regional de Residuos de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Según dicha estrategia, todos los proyectos de inversión promovidos en el ámbito de la Consejería de Medio Ambiente, deberán considerar la posible generación de residuos de cualquier tipo y, en su caso, valorar económicamente su adecuada gestión.

Igualmente, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, indicando las obligaciones tanto del productor como del poseedor de este tipo de residuos.

Para ello se procederá a identificar los residuos generados y clasificados según la lista europea de residuos de la Orden M.M.A. 304/2002, publicada en el BOE de 19 de Febrero de 2002. Posteriormente se determinará la gestión particularizada más idónea para cada tipo de residuo generado mediante operaciones de eliminación o valoración según los casos, de acuerdo a la citada Orden M.M.A. Finalmente se procederá a la cuantificación y valoración de la gestión de los mencionados residuos, que incluirá una partida de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.

2. GESTIÓN DE RESIDUOS

2.1. INTRODUCCIÓN

Durante la ejecución de los trabajos, se generarán diferentes tipos de residuos procedentes de actividades de diversa naturaleza (constructiva, oficinas, limpieza, mantenimiento...).

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental que pudieran provocar la aparición de residuos, se realizará una identificación de todos los materiales generados y se realizará una recogida selectiva de los mismos.

Para ambos casos se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- Utilización de los materiales reciclables, o que permiten un proceso de reciclado o reutilizado.

- Separación y recogida selectiva de los metales, vidrios, maderas, plásticos que serán retirados independientemente para su posterior valorización, reciclado y reutilización.
- Gestión de los residuos a través de transportistas y gestores autorizados.

A continuación se explica el sistema de gestión de residuos a poner en marcha durante el proceso constructivo de la obra, que se divide en dos aspectos principalmente: Gestión de uso de materiales, y Gestión de residuos.

2.2. GESTIÓN DE USO DE LOS MATERIALES

- Los materiales a usar que permiten un proceso de reciclado o reutilizado

Para la recogida de estos materiales se dispondrán en obra de bidones de plástico con carteles para la eliminación selectiva.

Papel y cartón: Se almacenará en bidones de plástico para su posterior reciclado a través de empresas especializadas.

Metales: Se recogerán y acopiarán todos los metales procedentes de la obra, para su posterior traslado a través de empresas especializadas para su reciclado.

Maderas: Las maderas necesarias serán procedentes de otras obras, y tras su uso, serán transportadas hasta otro punto para su reutilización.

Vidrios: Los vidrios generados serán acopiados y transportados hasta el lugar de reciclado más adecuado.

Plásticos: Los plásticos serán recogidos y almacenados de forma independiente para su posterior envío a empresas de la zona especializadas en el reciclado del plástico.

Material de oficina: Los tóners usados procedentes de las instalaciones de la oficina serán entregados a empresas especializadas en el reciclado y remanufacturado de tóners.

Tierras y áridos: Se reutilizarán los materiales procedentes de las excavaciones de la obra para rellenos siempre que sea posible cumpliendo las prescripciones del PG3. En cualquier caso los materiales no reutilizables en la obra se emplearán si fuese posible

en la valorización de zonas degradadas (antiguas canteras, cierre de vertedero...) del entorno y , en último caso, se depositarán en vertederos controlados autorizados.

La tierra vegetal será acopiada y tratada para mantener las condiciones edafológicas propias de estos suelos para su posterior reutilización como tierra vegetal, y una mejora ambiental en las restauraciones, plantaciones y siembras finales.

- Uso de materiales procedentes de un proceso de reciclado

Mallas, armaduras y otros elementos metálicos:

Todos los elementos metálicos empleados en la obra: mallas, armaduras, perfiles, etc. procederán de un proceso de reciclado del acero, puesto que la materia prima usada para producir las mismas es el alambrón, el cual procede de un proceso de reciclado de la chatarra.

Con esto no sólo contribuiremos al ciclo de reciclado del acero, sino que también se posibilitará su futuro uso al término de la vida útil del proyecto.

Encofrados:

Las maderas a usar para la reutilización de los encofrados procederán de otras obras e instalaciones similares, y se retirarán una vez usadas, para su posterior uso en otras obras o construcciones afines.

La procedencia de la misma será exclusivamente de repoblaciones madereras (eucaliptos), así como de árboles cuyo valor ecológico, natural y ambiental no sea significativo.

2.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se detallan a continuación los residuos generados de acuerdo a la lista europea de residuos:

Capítulo 13. Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19).

- 13 01 Residuos de aceites hidráulicos

- 13 02 Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
- 13 07 Residuos de combustibles líquidos

Aquí se incluyen los residuos generados por la maquinaria de obra durante la ejecución de las mismas y los excedentes de combustible.

Capítulo 15. Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección.

- 15 01 Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)
- 15 02 Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.

Aquí se incluyen los envases de materias primas y materiales de construcción llevados a obra y sprays para marcas topográficas, los restos de tejidos absorbentes, de limpieza, ropas protectoras, geotextil etc.

Capítulo 16. Residuos no especificados en otro capítulo de la lista

- 16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13 y 14, y los subcapítulos 16 06 y 16 08)
- 16 02 Residuos de equipos eléctricos y electrónicos
- 16 06 Pilas y acumuladores
- 16 07 Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas (excepto los de los capítulos 05 y 13)

Aquí se incluyen los vehículos y maquinaria que queden fuera de uso durante la obra, así como todos aquellos componentes sustituidos en el mantenimiento de los mismos. También se incluyen los residuos de equipos eléctricos y electrónicos que sea necesario sustituir en la maquinaria utilizada, las pilas y acumuladores empleados que queden fuera de uso, y los residuos de limpieza de las cubas de hormigón.

Capítulo 17. Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada en zonas contaminadas)

- 17 01 01 Hormigón
- 17 01 02 Ladrillos
- 17 02 01 Madera
- 17 02 03 Plástico
- 17 04 Metales (incluidas sus aleaciones)
- 17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
- 17 09 Otros residuos de construcción y demolición.

Aquí se incluyen los sobrantes de hormigón, ladrillos, madera de encofrados, materiales de aislamiento, materiales de impermeabilización, despuntes de barras de hacer y de tubos cortados o rotos. También se incluyen la tierra vegetal y los estériles extraídos en las excavaciones.

Capítulo 20. Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

- 20 03 01 Mezclas de residuos municipales

Aquí se incluyen los residuos resultantes del consumo particular del personal de obra.

2.4 GESTIÓN Y COSTE DE LOS RESIDUOS GENERADOS

Se detallas a continuación las operaciones de eliminación o valoración propuestas para cada tipo de residuo generado, así como su valoración económica.

Capítulo 13. Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)

- 13 01 Residuos de aceites hidráulicos
- 13 02 Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R9 : Regeneración u otro empleo de aceites

Cantidad producida: 1,5 m³

Valoración económica en proyecto: No se incluye valoración económica en proyecto por estar incluidas las laboras de mantenimiento de vehículos en los costes indirectos de la maquinaria.

- 13 07 Residuos de combustibles líquidos

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R1 :Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía

Cantidad producida: 5,0 m³

Valoración económica en proyecto: Esta reutilización no comporta gastos adicionales

Capítulo 15. Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección.

- 15 01 Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)
- 15 02 Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.

Actuación propuesta: Valoración y Eliminación

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R5 : Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas. D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente etc.)

Cantidad producida: 4,0 m³

Valoración económica en proyecto: Se incluye valoración para envases, trapos y ropas protectoras.

Valoración económica en proyecto: 82,96 €

Capítulo 16. Residuos no especificados en otro capítulo de la lista

- 16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13 y 14, y los subcapítulos 16 06 y 16 08)

Actuación propuesta: Valoración y Eliminación.

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R1 :Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía. R4: Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos. R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas. D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y el medio ambiente, etc).

Valoración económica en proyecto: Costes incluidos en costes indirectos de maquinaria.

- 16 02 Residuos de equipos eléctricos y electrónicos

Actuación propuesta: Valoración y Eliminación.

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R4: Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos. R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas. D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y asiladas entre sí y el medio ambiente, etc).

Cantidad producida: 0,3 m³

Valoración económica en proyecto: Se destina para entrega a punto limpio.

- 16 06 Pilas y acumuladores

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R4: Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos. R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

Cantidad producida: 0,05 m³

Valoración económica en proyecto: Se destina para entrega a punto limpio.

- 16 07 Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas (excepto los de los capítulos 05 y 13)

Actuación propuesta: Eliminación.

Operación propuesta según Orden M.M.A.: D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y asiladas entre sí y el medio ambiente, etc.).

Cantidad producida: 1,5 m³

Valoración económica en proyecto: Se dispondrán recipientes de plástico de un metro cúbico de capacidad para el vertido de los residuos del lavado de las cubas de hormigonado, convenientemente impermeabilizados.

Valoración económica en proyecto: 62,07 €

Capítulo 17. Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada en zonas contaminadas)

- 17 01 01 Hormigón
- 17 01 02 Ladrillos
- 17 02 01 Madera

Actuación propuesta: Eliminación.

Operación propuesta según Orden M.M.A.: D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y asiladas entre sí y el medio ambiente, etc).

Cantidad producida: 5,0 m³

Valoración económica en proyecto: Se incluye una valoración para el vertido de materiales de construcción en lugares específicos para su eliminación.

- 17 02 03 Plástico

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

Cantidad producida: 4,0 m³

Valoración económica en proyecto: Se incluye una valoración para reciclado mediante Gestor Autorizado.

- 17 06 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

Cantidad producida: 0,2 m³

Valoración económica en proyecto: Se incluye una valoración para reciclado mediante Gestor Autorizado.

- 17 09 Otros residuos de construcción y demolición.

Actuación propuesta: Valoración

Operación propuesta según Orden M.M.A.: R10: Tratamiento de suelos, produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.

Cantidad producida: 11.888 m³

Valoración económica en proyecto: La tierra vegetal extraída en las excavaciones se acopiará temporalmente hasta que se utilice en la restauración de las zonas de vertido. Los costes están incluidos en el proyecto en los movimientos de tierras.

Valoración económica: 426,16 €

Capítulo 20. Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

- 20 03 01 Mezclas de residuos municipales

Actuación propuesta: Eliminación.

Operación propuesta según Orden M.M.A.: D5: Vertido en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y asiladas entre sí y el medio ambiente, etc).

Cantidad producida: 2,5 m³

Valoración económica en proyecto: Se incluye una valoración para el vertido en contenedores de recogida de residuos urbanos municipales.

Valoración económica en proyecto: 54,25 €

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN EN OBRA

2.5.1. Gestión de residuos asimilables a urbanos

Los residuos se recogerán en contenedores de plástico y se llevarán a los contenedores municipales con la frecuencia necesaria para evitar la generación de malos olores y otras molestias por aparición de insectos. Se abonará el canon municipal establecido para recogida de R.S.U.

2.5.2 Gestión de residuos inertes

Restos de acopios

Las tierras y otros restos de acopios, que se generan, se depositarán en emplazamientos adecuados. Los pasos a seguir serán los siguientes:

- Selección del emplazamiento adecuado
- Solicitud de autorización del propietario del terreno, con registro documental.
- Envío a vertedero únicamente los residuos inertes con comprobación visual.
- Restauración final del terreno, al finalizar la obra, conforme a las condiciones establecidas en la autorización.

Escombros y otros residuos inertes de demolición y obra

Los escombros y otros residuos inertes de demolición y obra (excepto tierras) se gestionarán mediante envío a un vertedero de inertes autorizado.

2.5.3. Gestión de residuos tóxicos y peligrosos.

Procedimiento general

En la producción de residuos peligrosos se establece una clasificación en función de la cantidad generada, en este caso, Pequeño Productor de Residuos Peligrosos, ya que se producen menos de 10.000 kg/año.

Para todos los residuos tóxicos el proceso a seguir es el siguiente:

- Identificación de los residuos producidos en obra.

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- Inscripción en el registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos.
- Identificación de los gestores y transportistas de R.P. autorizados en la Comunidad.
- Contactar con los gestores necesarios para los residuos producidos y cursar las correspondientes solicitudes de aceptación de los residuos.
- En caso de admisión de los R.P., el gestor, en un plazo máximo de un mes a partir de la recepción de la solicitud de aceptación de residuos, deberá manifestar documentalmente la aceptación o no de ellos y los términos de ésta. El gestor podrá solicitar análisis de componentes y demás características.
- El documento de aceptación de residuos deberá incluir el número de orden de aceptación. Dicho número figurará en el Documento de Control y Seguimiento.
- El gestor bien enviará al transportista para la recogida de los R.P., al que se solicitará el documento de autorización pertinente (tipo de residuos autorizados a transportar y periodo de vigencia de dicha autorización), o bien se solicitará al gestor un listado de los transportistas que puede enviar, el cual indicará como mínimo lo anteriormente mencionado y las matrículas de los camiones, debiéndose comprobar en el momento de la recogida de los residuos que la matrícula del camión está en el listado enviado por el gestor.

Los R.P. tendrán un periodo de almacenamiento máximo de 6 meses, pudiendo existir alguna excepción y estableciendo un periodo mayor, cuando la producción de R.P. sea muy pequeña. En este caso, será autorizado por la Comunidad Autónoma correspondiente, la cual especificará el periodo máximo permitido y el tipo/s de residuo/s.

Durante el periodo de almacenamiento, se mantendrán en una zona con fácil acceso para los camiones de recogida, y protegida de la lluvia (mediante cubierta o similar). La zona estará claramente identificada con "Zona de Almacenamiento de Residuos Peligrosos" y todos los bidones que contengas RP estarán identificados.

-Como productor de RP, deberemos llevar un control sobre el tipo de residuo (código de la lista europea de residuos), almacenar cada tipo por separado, etc, cumpliendo con la legislación vigente para Pequeños Productores de RP. Estos Documentos de Control y Seguimiento y los Justificantes de Entrega se deberán conservar por un periodo no inferior a 5 años.

Al finalizar la obra, se comunicará a la Comunidad Autónoma para que den de baja la obra como Pequeño Productor de RP.

Actuaciones a seguir en la gestión de aceites usados.

Las actuaciones a seguir en la gestión de aceites usados es la que se ha expuesto anteriormente, ya que se trata de residuos peligrosos. En nuestro caso, seguiremos siendo Pequeños Productores de RP pues produciremos más de 500 l /año de aceite usado, por lo tanto deberemos Registrar la Obra en la Comunidad Autónoma.

Obligaciones específicas del aceite usado:

- Prohibición de vertido y quema
- Entrega documentada a gestor autorizado
- Llevar registro de entregas
- Almacenar en recipientes adecuados, sin mezclar con otros residuos, durante un periodo máximo de 6 meses.

2.5.4. Sistema de puntos limpios

Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos, desechos, aguas sucias o similares.

Los puntos limpios son diseñados acordes con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y aguas residuales.

Para cada punto limpio se define una zona de influencia y, en su caso, se organiza el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal, etc.) que contarán con una señalización propia.

Las zonas de influencia abarcan el conjunto de la obra en actividad. En cada una se señalan puntos de recogida en número y distancia suficientes para facilitar la utilización de los puntos limpios y el transporte hasta ellos.

Al final de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la habilitación se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los mismos criterios de calidad aplicados al resto de las zonas.

Puntos limpios para residuos sólidos

En el caso de los Residuos Sólidos, el sistema de puntos limpios consiste en un conjunto de contenedores de plástico distinguibles según el tipo de desecho, cada uno con una zona de acción o de influencia, distribuidos uniformemente y en número suficiente.

La recogida de los residuos acumulados en los puntos de recogida y su traslado a los puntos limpios corre a cargo de personal de obra formado adecuadamente para esta tarea (servicio de recogida)

El correcto funcionamiento de este sistema no exime para una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Preparación del terreno

Los contenedores se depositarán sobre terreno relativamente impermeable, o sobre material sintético impermeable, a fin de evitar contaminaciones por vertidos accidentales en las operaciones de carga y descarga de los residuos.

Contenedores

Los contenedores se seleccionaran en función de la clase, tamaño y peso del residuo, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo.

La mayor parte de los contenedores (de zona de punto limpio y de puntos de recogida) se seleccionarán entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

Para evitar el problema logístico que se produce al distinguir el tipo de residuo por contenedor por colores, se distinguirán con carteles correctamente fijados y de un tamaño apropiado para su buena visibilidad. De este modo, se podrán reubicar los contenedores para otros residuos cuando haya una mayor producción de un tipo de residuo que de otro.

Los residuos se clasificarán en los siguientes tipos:

- Metal

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

- Plástico
- Brick
- Madera
- Tóxicos (almacenarlos separadamente en distintos contenedores según tipo)
- Neumáticos
- Papel y cartón
- Vidrio
- Restos orgánicos.

Todos los contenedores tendrán el fondo y los laterales impermeables, y con tapadera /puerta para evitar que se inunden con agua de lluvia.

Puntos de recogida

Se denomina punto de recogida al grupo de contenedores, que estratégicamente situados, facilite la recogida selectiva de los residuos y desechos.

Los puntos de recogida no son permanentes, su localización dependerá de las distintas zonas del proyecto en actividad.

Los puntos de recogida deberán tener un fácil acceso para los camiones de recogida.

Puntos limpios para aguas residuales

Se distinguen tres clases de aguas residuales, que se almacenarán de forma separada:

- Aguas fácilmente recuperables
- Aguas químicamente contaminadas
- Aguas sanitarias

Aguas fácilmente recuperables:

Aquellas provenientes de la limpieza de hormigoneras, motores o cualquier otro tipo de maquinaria que contenga gravas, arenas, arcillas, cementos, aceites etc. Se almacenarán para el transporte en camiones cuba a la E.D.A.R. más próxima.

Aguas químicamente contaminadas

Aquellas aguas que contengan cualquier tipo de sustancia tóxica: óxidos, detergentes etc. También se incluyen las aguas con alta concentración de grasas o combustibles que se hayan contaminado. Se almacenarán para el transporte en camiones cuba a la E.D.A.R. más próxima.

Aguas sanitarias

Aquellas procedentes de servicios sanitarios. Se almacenarán en depósito séptico bajo la caseta de sanitario, y serán retiradas y tratadas por empresa autorizada para esta labor.

Restauración

Al finalizar la obra, se retirarán los contenedores utilizados.

Allí donde los suelos hayan sido preparados se retirará la lámina impermeable y la capa de arcilla donde así se requiera. Asimismo, los suelos compactados serán tratados a fin de recuperar las características iniciales.

Se restituirá el relieve original y se procederá a la recuperación de los suelos y a la restauración de las zonas afectadas.

3. COSTE TOTAL

3.1. COSTES PARA FORMACIÓN BÁSICA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS PARA LOS TRABAJADORES

Antes de que los trabajadores inician las obras, se les dará una formación básica específica en la gestión de residuos y medidas de reciclaje mediante técnico en la materia. Para el desarrollo de esta actividad se ha dispuesto una partida presupuestaria de 212,00 €

3.2. COSTE TOTAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

El coste de gestión de los residuos generados en la fase de ejecución de las obras, asignando un coste nulo a aquellos residuos cuya gestión no supone coste (reutilización) o cuya gestión se encuentra presupuestada en otras unidades de obra del proyecto (mantenimiento de maquinaria, movimiento de tierras etc), asciende a la cantidad de **OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (837,44 €)**

4. CAMPAÑA DE OPTIMIZACIÓN DE RESIDUOS

La estrategia para una gestión ambiental correcta de los residuos tiene tres objetivos:

- a. Minimizar o evitar los residuos
- b. Valorizar o reciclar todo lo que sea aprovechable
- c. Tratar correctamente el residuo

a. Minimizar o evitar los residuos

La herramienta más potente para conseguir minimizar los residuos, consiste en la reutilización de envases y recipientes, y en la reducción de embalajes.

¿Cómo se pueden minimizar?

- Consumir racionalmente
- Optar cuando sea posible por productos que se puedan usar más de una vez
- Escoger productos que generen el mínimo volumen de residuos y procurar que éstos sean valorizables.
- Procurar evitar productos que una vez usados se conviertan en residuos especiales.
- Escoger productos con el distintivo de garantía de calidad ambiental o la etiqueta ecológica europea.

Para ello es necesaria la formación y concienciación de todo el personal implicado, dotar a las obras de la información necesaria de empresas/subcontratistas, que puedan ayudar a mejorar nuestro comportamiento medioambiental.

b. Valorizar o reciclar todo lo que sea aprovechable

Se habilitarán zonas en la obra que llamaremos “puntos limpios”, con distintos contenedores correctamente señalizados para favorecer la eliminación selectiva de los residuos y su posterior reciclado.

c. Tratar correctamente el residuo

La empresa constructora enviará la información necesaria a la obra para que se traten correctamente los residuos ocasionados y dispondrá del presente anexo en la obra.

De la misma manera, le dará un listado de gestores autorizados de la Comunidad Autónoma, así como una relación de los puntos limpios existentes en su Comunidad Autónoma, así como una relación de los puntos limpios existentes en su Comunidad, para que entre todos colaboremos activamente a favor del Medio Ambiente.

5. PRESUPUESTO

A continuación se detalla el presupuesto relativo a la gestión de Residuos generados durante la ejecución de las obras.

PRESUPUESTO

1. MEDICIONES

GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDICIONES

Nº Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES			
			DIMENSIONES			
			Long.	Ancho	Altura	TOTALES
01	GESTIÓN DE RESIDUOS ENVASES, ABSORBENTE, ROPAS DE PROTECCIÓN Absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificadas en otra categoría.					
01.01	m3 Residuos de Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal), absorbentes, materiales d filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.	4				4,00
	Total partida 01.01					
02	GESTIÓN RESIDUOS NO ESPECIFICADOS Residuos no especificados: -Residuos eléctricos y electrónicos -Pilas y acumuladores -Residuos de limpieza de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas					
02.01	m3 Res. de equipos eléctricos y electróni	0,3				
	Total partida 02.01					0,30
02.02	m3 Pilas y acumuladores	0,05				
	Total partida 02.02					0,05
02.03	m3 Res. de la limpieza de cisternas de transporte y almacen. y limpieza d cubas	1,5				
	Total partida 02.02					1,50

GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDICIONES

Nº Orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA Y DE LAS PARTES EN QUE DEBE EJECUTARSE	Nº de partes iguales	UNIDADES			
			DIMENSIONES			TOTALES
			Long.	Ancho	Altura	
03	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN Residuos d la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de tierras contaminadas)					
03.01	m3 Residuos de hormigón,ladrillos,tejas, materiales cerámicos y madera.	5				
	Total partida 03.01					5,00
03.02	m3 Residuos plásticos	4				
	Total partida 03.02					4,00
03.03	m3 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.	0,2				
	Total partida 03.03					0,20
03.04	m3 Otros residu. de Const. y Demolición	10				
	Total partida 03.04					10,00
04	GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES Residuos municipales (resid. domésticos y resid. asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones). Incluidas las fracciones recogidas selectivamente.					
04.01	m3 Mezclas de residuos municipales	2,5				
	Total partida 04.01					2,50
05	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES					
05.01	Ud Formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores	1				
	Total partida 04.01					1,00

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2. CUADROS DE PRECIOS

2.1.- CUADRO DE PRECIOS Nº 1

Nº Actividad	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	PRECIO
01	GESTIÓN DE RESIDUOS ENVASES, ABSORBENTE, ROPAS DE PROTECCIÓN	
01.01	m3 Residuos de Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal), absorbentes, materiales d filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras. VEINTE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	20,74
02	GESTIÓN RESIDUOS NO ESPECIFICADOS	
02.01	m3 Res. de equipos eléctricos y electrónicos VEINTISEIS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	26,67
02.02	m3 Pilas y acumuladores DIECISIETE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	17,88
02.03	m3 Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza d cubas TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	35,45
03	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	
03.01	m3 Residuos de hormigón, ladrillos, tejas, materiales cerámicos y madera. VEINTISEIS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	26,67
03.02	m3 Residuos plásticos VEINTINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	29,85
03.03	m3 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto. VEINTISEIS EUROS CON TRES CÉNTIMOS	26,03
03.04	m3 Otros residuos de Construcción y Demolición DIECISEIS EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	16,82
04	GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES	
04.01	m3 Mezclas de residuos municipales VEINTIUN EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS	21,70
05	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES	
05.01	Ud Formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores DOSCIENTOS DOCE EUROS	212,00

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.2.- CUADRO DE PRECIOS Nº 2

Nº Activi dad	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	Rendi- miento	Prec.	Import
01	GESTIÓN DE RESIDUOS ENVASES, ABSORBENTE, ROPAS DE PROTECCIÓN			
01.01	m3 Residuos de Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal), absorbentes, materiales d filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.			
	Clase: Mano de Obra			14,32
	Clase: Maquinaria			5,25
	Costes directos			19,57
	Costes indirectos			1,17
	Coste total			20,74
02	GESTIÓN RESIDUOS NO ESPECIFICADOS			
02.01	m3 Res. de equipos eléctricos y electrónicos			
	Clase: Mano de Obra			19,91
	Clase: Maquinaria			5,25
	Costes directos			25,16
	Costes indirectos			1,51
	Coste total			26,67
02.02	m3 Pilas y acumuladores			
	Clase: Mano de Obra			13,27
	Clase: Maquinaria			3,60
	Costes directos			16,87
	Costes indirectos			1,01
	Coste total			17,88
02.03	m3 Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza d cubas			
	Clase: Mano de Obra			26,54
	Clase: Maquinaria			6,90
	Costes directos			33,44
	Costes indirectos			2,01
	Coste total			35,45
03	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN			
03.01	m3 Residuos de hormigón, ladrillos, tejas, materiales cerámicos y madera.			
	Clase: Mano de Obra			19,91
	Clase: Maquinaria			5,25
	Costes directos			25,16
	Costes indirectos			1,51
	Coste total			26,67

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº Activi dad	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	Rendi- miento	Prec.	Importe
03.02	m3 Residuos plásticos			
	Clase: Mano de Obra			20,96
	Clase: Maquinaria			7,20
	Costes directos			28,16
	Costes indirectos			1,69
	Coste total			29,85
03.03	m3 Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.			
	Clase: Mano de Obra			20,96
	Clase: Maquinaria			3,60
	Costes directos			24,56
	Costes indirectos			1,47
	Coste total			26,03
03.04	m3 Otros residuos de Construcción y Demolición			
	Clase: Mano de Obra			10,62
	Clase: Maquinaria			5,25
	Costes directos			15,87
	Costes indirectos			0,95
	Coste total			16,82
04	GESTIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES			
04.01	m3 Mezclas de residuos municipales			
	Clase: Mano de Obra			13,27
	Clase: Maquinaria			7,20
	Costes directos			20,47
	Costes indirectos			1,23
	Coste total			21,70
05	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES			
05.01	Ud Formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores			
	Costes directos			200,00
	Costes indirectos			12,00
	Coste total			212,00

3. PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO GENERAL

Nº Orden	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	Medición	Precio	Importe
01	GESTIÓN DE RESIDUOS ENVASES, ABSORBENTE, ROPAS DE PROTECCIÓN Gestión de Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificadas en otra categoría.			
01.01	m3 RESIDUOS ENVASES, ABSORBENTES, DE FILTRACIÓN, ROPAS PROTECCIÓN Residuos de Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal), absorbentes, materiales d filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.	4,00	20,74	82,96
	Total Capítulo 01			82,96
02	GESTIÓN RESIDUOS NO ESPECIFICADOS Residuos no especificados: -Residuos eléctricos y electrónicos -Pilas y acumuladores -Residuos de limpieza de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas			
02.01	m3 RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Residuos de equipos eléctricos y electrónicos	0,30	26,67	8,00
02.02	m3 PILAS Y ACUMULADORES Pilas y acumuladores	0,05	17,88	0,89
02.03	m3 RESIDUOS LIMPIEZA CUBAS Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de limpieza de cubas	1,50	35,45	53,18
	Total Capítulo 02			62,07
03	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN Gestión de Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)			
03.01	m3 HORMIGÓN, CERÁMICOS Y MADERA Residuos de hormigón, ladrillos, tejas, materiales cerámicos y madera	5,00	26,67	133,35

Nº Orden	DESIGNACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA	Medición	Precio	Importe
03.02	m3 PLÁSTICOS Residuos plásticos	4,00	29,85	119,40
03.03	m3 MATERIALES DE AISLAMIENTO Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	0,20	26,03	5,21
03.04	m3 OTROS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN Otros residuos de construcción y demolición	10,00	16,82	168,20
	Total Capítulo 03			426,16
04	GESTIÓN RESIDUOS MUNICIPALES Gestión de Residuos Municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.			
04.01	m3 MEZCLA DE RESIDUOS MUNICIPALES Mezclas de residuos municipales	2,50	21,70	54,25
	Total Capítulo 04			54,25
05	FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES			
05.01	ud FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES Formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores	1,00	212,0	212,00
	Total Capítulo 05			212,00
	Total Presupuesto			837,44

PRSUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL _____ 837,44 €

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:

OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

ANEXO Nº 15.

GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

32

RELLENO SANITARIO

Anexo.- Nº16
ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL
BIOGÁS

ANEXO Nº16: ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

INDICE

1. INICIO	3
1.1. MARCO NORMATIVO RELATIVO AL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS	6
1.2. EL PROTOCOLO DE KIOTO	6
2. PRODUCCIÓN ESTIMADA DE BIOGÁS	9
2.1. CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS	10
2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GENERACIÓN DEL BIOGÁS	10
2.2.1. COMPOSICIÓN DE R.S.U.: F.O.R.S.U.	10
2.2.2. TEMPERATURA	11
2.2.3. HUMEDAD	12
2.2.4. pH	12
2.2.5. GRADO DE COMPACTACIÓN	14
2.3. CÁLCULO TOTAL DEL BIOGÁS PRODUCIDO	15
2.3.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO	15
3. RECUPERACIÓN DEL BIOGÁS	36
4. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DEL BIOGÁS	41
5. APLICACIONES DEL BIOGÁS	50
6. ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA	56
7. ESTUDIO ECONÓMICO	59
8. CÁLCULO DE TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN	86
9. CONCLUSIÓN	89

1. INICIO

Con el término biogás se designa la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica mediante la digestión de la misma por parte de bacterias en condiciones anaeróbicas (bacterias anaeróbicas). La fermentación anaeróbica es un proceso que ocurre en la naturaleza de forma espontánea y forma parte del ciclo biológico.

La composición en % en volumen del biogás de vertedero es:

Metano CH ₄	45 – 70 %
Dióxido de Carbono CO ₂	25 – 50 %
Hidrógeno H ₂	0 – 2 %
Nitrógeno N ₂	0 – 2 %
Otros (principalmente sulfuro de hidrógeno H ₂ S)	0 – 1 %

El metano, principal componente, es el gas que le confiere las características combustibles al biogás, por lo tanto, su valor energético estará determinado por la concentración de metano. El biogás de vertedero (50 – 65 % de metano) tiene un poder calorífico 20 – 25 MJ/m³, comparado con un 33 - 38 MJ/m³, de gas natural. Como promedio, el biogás 4.500 – 5.600 Kcal/m³.

El metano es gas combustible, incoloro, inodoro, cuya combustión produce una llama azul y productos no contaminantes. Es 21 veces más activo que el CO₂ y por tanto es 21 veces más influyente en el efecto invernadero que el CO₂. Por ello es necesario su eliminación, bien mediante combustión o bien, si es viable, transformando la energía liberada en su combustión en energía eléctrica. El CH₄ emitido a la atmósfera es considerado el responsable del 20% del calentamiento global. Estudios realizados indican q entre el 5-10% del metano emitido a la atmósfera proviene de vertederos. Cada año una mayor cantidad de R.S.U. en el mundo son eliminados mediante su depósito en vertederos, sobre todo en países emergentes, por lo que es necesario cada vez más aumentar la recuperación del biogás en vertederos para evitar su influencia en el efecto invernadero, combustionándolo para generar dióxido de carbono que tiene una influencia mucho menor en el efecto invernadero que el metano.

Las fases del proceso de generación del biogás en vertedero son:

Fase inicial I: Aeróbica. Fase inmediata al vertido de los residuos. Los microorganismos utilizan el oxígeno libre “atrapado” en el vertedero. Predomina el N_2 y hay una creciente formación de CO_2 a la vez que disminuye el O_2 .

Durante esta fase se origina la producción de energía térmica. Duración aproximada 15 días.

Fase de transición II: Aeróbica con desarrollo de condiciones anaeróbicas. Actúan los organismos facultativos con producción de ácidos orgánicos. Reducción significativa (liberación de metales y producción de CO_2) del pH. Se produce la transición a condiciones anaeróbicas, reduciéndose los sulfatos a H_2S y nitratos a N_2 .

Fase ácida III: Anaeróbica (se produce en ausencia de aire). Las características de esta etapa son la generación de anhídrido carbónico, al final de la misma se alcanza la mayor concentración de CO_2 , una menor producción de energía térmica respecto al mecanismo precedente y una gran producción de materia orgánica parcialmente degradada, produciéndose la formación de ácidos de fermentación, la aparición de ácido sulfhídrico y el descenso de la proporción de óxido nitroso y la casi ausencia de metano. Al final de esta fase se alcanza la mayor concentración de CO_2 .

Su duración es de aproximadamente 2 meses.

Fase metanogénica IV: Constituye la segunda fase anaeróbica donde se produce la formación de metano y declina la generación de los demás productos, alcanzándose un máximo que se situaría en el entorno del 55 – 60 % de CH_4 en volumen de biogás. Registra la mayor producción de metano (40 – 60 % del total producido). Se estima que tiene una duración de dos años.

A continuación, en una segunda etapa, los organismos convierten la sustancia orgánica, parcialmente degradada, en metano y dióxido de carbono. El proceso se va estabilizando, con una duración muy variable de entre 10 y 20 años, dependiendo de las condiciones del vertedero. Durante esta etapa las concentraciones de CH_4 y CO_2 se mantienen en torno al 55 y 45 % respectivamente.

Fase de maduración V: La materia orgánica apenas es biodegradable. Clara disminución progresiva de la formación de gas en el vertedero. Duración entre 10 – 30 años.

Los rangos de duración de las fases son:

Fases I y II: Semanas – 2 o más años

Fases III y IV: 4 – 7 años

Fase V: Décadas – más de un siglo

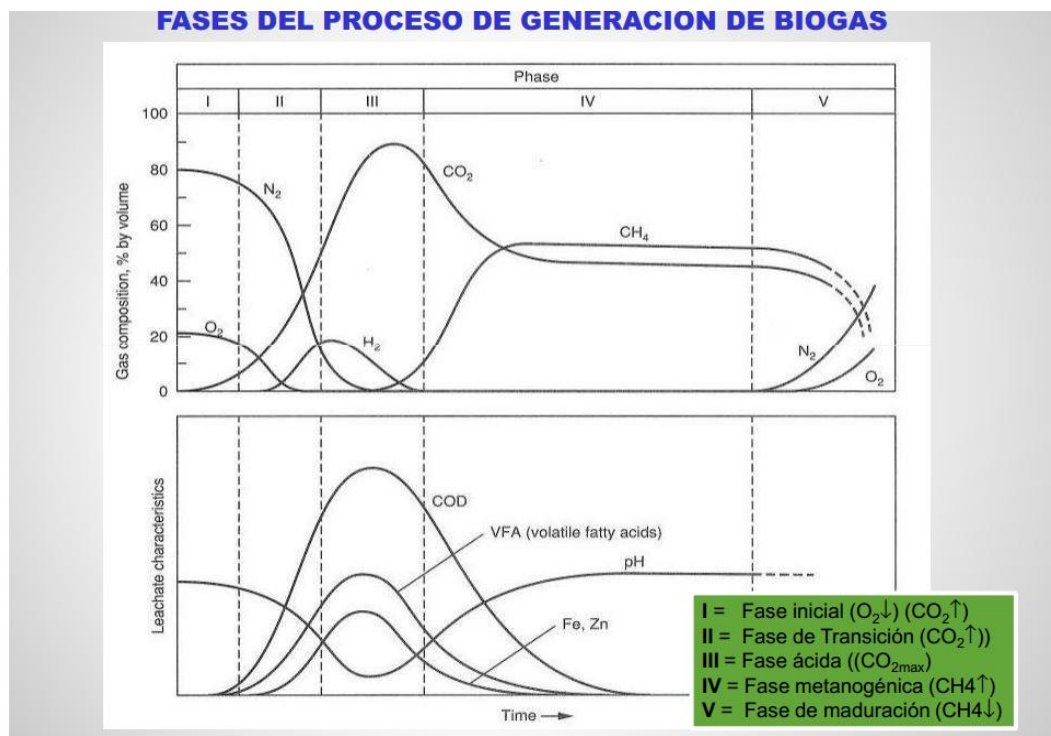


Fig. 1 – Fases del proceso de generación de biogás

1.1. MARCO NORMATIVO REALTIVO AL APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

Marco legal relativo al vertido de residuos y recuperación del biogás de vertedero:

- Directiva 1999/31/CE: Normativa Europea sobre vertederos
- Decisión 2003/33/CE: Criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos.
- Real Decreto 1481/2001 y Real Decreto 1304/2009: Regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Regula la apertura, explotación y cierre de vertederos. Se establecen los criterios de admisión de residuos.

Anexo I (Punto 4): Control de gases

1. Se tomarán las medidas adecuadas para controlar la acumulación y emisión de gases de vertedero
2. En todos los vertederos que reciban residuos biodegradables se recogerán los gases de vertedero, se tratarán y se aprovecharán. Si el gas recogido no puede aprovecharse para producir energía, se deberá quemar.
3. La recogida, tratamiento y aprovechamiento de los gases se llevará a cabo de forma tal que se reduzca el mínimo el daño o deterioro del medio ambiente y el riesgo para la salud humana.

Marco legal relativo al aprovechamiento energético del biogás:

- Directiva 2001/77/CE: El biogás es una fuente de energía renovable para la generación de electricidad.
- Directiva 2003/30/CE: El biogás es un biocarburante para su uso en el transporte.

1.2. EL PROTOCOLO DE KYOTO

La evidencia contrastada en distintas partes del mundo indica que en los últimos 100 años han ocurrido cambios en el clima asociados al incremento constante y gradual de la temperatura promedio en la Tierra. Estos cambios han afectado tanto a zonas habitadas como ecosistemas muy sensibles. Algunos de estos cambios incluyen la alteración de la geografía, desaparición/invasión de especies, cambios en la

temperatura, cambios en la pluviometría, etc. Al producirse modificaciones en los ecosistemas, los ciclos biológicos de las especies vegetales y animales (migración, períodos reproductivos, disponibilidad de alimento) también se ven afectados.

Estos cambios han ocurrido de forma gradual y continua, aunque en años recientes se ha observado un incremento en la frecuencia de fenómenos meteorológicos de gran magnitud. Las sequías extendidas en África y la disminución en superficie del hielo en los extremos Ártico y Antártico, son ejemplos de impactos relacionados directamente con el cambio en la composición de ciertas capas de la atmósfera debido a emisiones gaseosas procedentes de actividades antropogénicas.

La quema de combustibles fósiles, los procesos productivos, la deforestación, la gestión inadecuada de residuos y la ganadería intensiva son algunas de las actividades que han sido asociadas con la emisión de gases que contribuyen al cambio climático.

Los compuestos que tienen influencia en el cambio climático se conocen como Gases de Efecto Invernadero (GEI). Aunque muchos de estos compuestos ocurren naturalmente, la actividad humana ha modificado los procesos de intercambio (absorción y liberación de CO₂, por ejemplo) ocasionando concentraciones más elevadas de GEI en la atmósfera. Las actividades industriales han producido una significativa emisión a la atmósfera de GEI, que no estaba presente en la era preindustrial. El incremento de áreas deforestadas, la larga vida media de los GEI y su distribución en toda la atmósfera explican su capacidad de influir sobre el clima global.

Los GEI absorben las radiaciones infrarrojas provenientes de la superficie terrestre y de la atmósfera. La radiación infrarroja es emitida en todas direcciones, de manera que debido a la presencia de los GEI el calor es atrapado entre la troposfera y la superficie. Cuando este fenómeno ocurre dentro de un balance entre el calor emitido o reflejado hacia el espacio y la radiación solar incidente neta, se conoce como el Efecto Invernadero Natural. El Efecto Invernadero ha estado siempre presente desde la formación de la atmósfera, contribuyendo en forma determinante al desarrollo de la vida sobre la Tierra.

Al aumentar la concentración de los GEI, se acentúa la opacidad infrarroja de la atmósfera, lo que a su vez genera una radiación efectiva hacia el espacio desde una altitud mayor, a una temperatura más baja. Esto causa gradiente o diferencial de temperatura, un desequilibrio que solo puede compensarse con un aumento de la temperatura del sistema superficie-troposfera. Este es el llamado Efecto Invernadero Acentuado.

El Protocolo de Kyoto insta a los países adscritos, entre ellos España, ha reducir la emisión de GEI. Esta intención se formalizó en un compromiso firmado el 11 de Noviembre de 1997. El objetivo principal del acuerdo es la reducción de las emisiones de seis gases relacionados con el Efecto Invernadero: el Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O) y los tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6). Para estimar cuanto contribuyen las emisiones de los diferentes GEI, se ha establecido el Potencial de Calentamiento Global (PCG) como una escala que permite comparar cierto gas con una masa equivalente de Dióxido de Carbono cuyo PCG es igual a la unidad. Debido a las interacciones entre compuestos, el PCG se calcula sobre un intervalo específico de tiempo, siempre considerando factores en relación al Dióxido de Carbono. En este sentido, el PCG del metano, que junto con el CO_2 son los principales componentes del biogás generado en vertedero es 21 veces mayor que el dióxido de carbono. La reducción de GEI se medirá por tanto en toneladas equivalente de CO_2 , y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER).

Equivalencias de CO_2 :

Compuesto	Factor de equivalencia en CO_2
Dióxido de Carbono CO_2	1
Metano CH_4	21
Óxido Nitroso N_2O	210
Hexafluoruro de Azufre SF_6	23.600
Perfluorocarbonos PFC	9.200
Hidrofluorocarbonos HFC	140 – 11.700

Por 1 Tn de CH_4 no emitida se emiten 21 CER.

La combustión de biogás, si es completa, produce solo $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (vapor de agua)

Los gases que componen el biogás d evertedero son significativamente peligrosos para la salud, por cuanto actúan como asfixiantes.

Los principales riesgos o perjuicios ocasionados por la liberación a la atmósfera del metano contenido en el biogás son:

- Contribuye al Efecto Invernadero 21 veces más que el CO_2
- Muerte de la vegetación del entorno

- Forma atmósferas explosivas a partir de una concentración del 6 – 15 % en aire. Situación de riesgo en puntos distantes al vertedero (migración).
- Asfixia por metano y CO₂ (espacios cerrados).

2. PRODUCCIÓN ESTIMADA DE BIOGÁS

La cantidad de biogás producido y el tiempo empleado para ello dependen de factores como la composición del residuo, temperatura, contenido en humedad del residuo, pH, operaciones de relleno (compactación de los R.S.U.), etc.

Como regla general, los residuos con un contenido en materia orgánica (papel, cartón, restos vegetales o de comida, textiles naturales, etc.) del 50% producirán por cada tonelada de residuo 200 Nm³ de biogás hasta su total degradación.

En los vertederos sucede que:

En la etapa de funcionamiento del vertedero → Mayor producción de biogás.

En la etapa de clausura → Descenso progresivo de la generación del biogás durante muchos años.

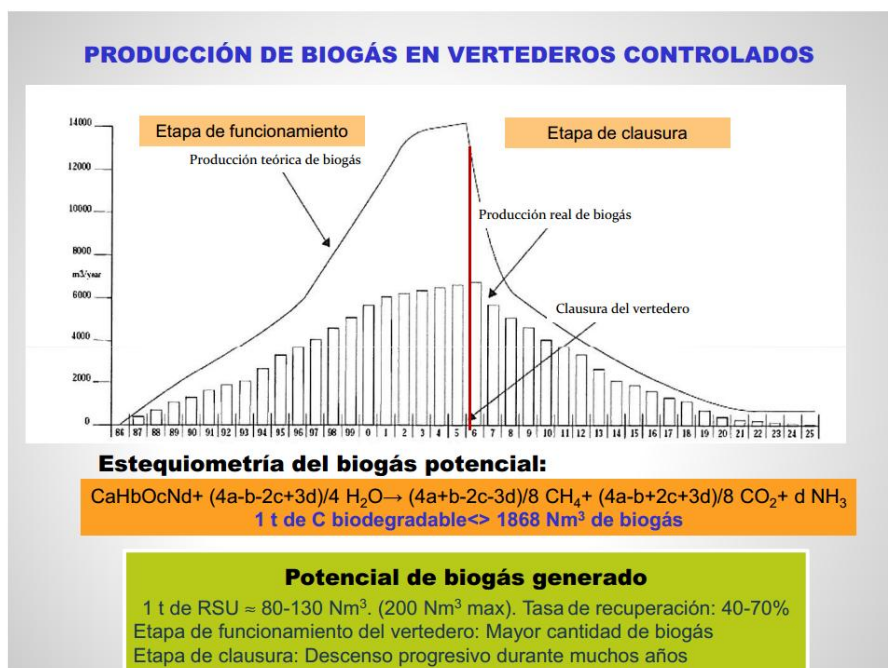


Fig. 2 – Producción de biogás en vertederos controlados

Los estudios realizados hasta la fecha, en el seguimiento de los procesos de fermentación de los residuos depositados en vertedero, indican que el período comprendido entre los 4 y los 10 primeros años, con posterioridad a ser depositados los residuos, es justo cuando más gas se genera.

En un segundo período la producción irá decreciendo, normalmente entre los 10 y los 20 años siguientes, hasta alcanzar un volumen escaso de difícil aprovechamiento, que perdura mientras no se llegue a la total degradación de la materia orgánica contenida en el vertedero.

En este sentido, la actividad es considerablemente inferior a los 30 años y baja a los 50.

2.1. CANTIDAD TOTAL DE RESIDUOS

La cantidad total de residuos sólidos urbanos para las dos propuestas de vertedero son: (ver Anexo Nº 8)

La Colilla

23.518,46 toneladas

Gemuño

48.672,68 toneladas

2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GENERACIÓN DEL BIOGÁS

Son varios los factores que intervienen en la cantidad de biogás generado y el tiempo de generación, los más importantes son:

2.2.1. Composición del R.S.U. (Fracción Orgánica de R.S.U.)

El biogás se produce por la fermentación anaeróbica de la materia orgánica de los R.S.U. Por lo tanto, la Fracción Orgánica de R.S.U. (F.O.R.S.U.) determinará la cantidad de biogás que se va a producir. En nuestro caso, según datos del Instituto Nacional de Estadística, después de retirar vidrio, bolsas de plástico y envases reciclables, el porcentaje de materia orgánica (papel, cartón, restos de comida, algodón, residuos que contienen celulosa, textiles biodegradables, restos vegetales, etc.) es del 50 %.

Se distinguen dos tipos de residuos biodegradables según su velocidad de degradación (que varía según varios factores, principalmente humedad y temperatura).

- Residuos Rápidamente Biodegradable (RRB): Aquellos cuya degradación ocurre en un período máximo de 5 años. Para cálculos se considera que se degradan en 5 años y que el 100% se degrada. Son restos de comida, residuos de jardín no leñosos, papeles, estiércol, etc.
- Residuos Lentamente Biodegradables (RLB): Aquellos cuya degradación ocurre entre 5 y 50 años. Para cálculos se considera que se degradan en 15 años y que se degrada el 75 % del total. Son plásticos de baja densidad, textiles, restos de poda, etc.
- Residuos Inertes: Aquellos que no sufren degradación biológica y por tanto en la producción del biogás se consideran inertes. Son vidrios, plásticos, metales y ceniza.

2.2.2. Temperatura

La temperatura es otro factor determinante de la cantidad de biogás producido, y sobre todo, de la velocidad de generación del biogás. El incremento de temperatura es importante para aumentar la velocidad de crecimiento de los microorganismos y la eficiencia de la fase hidrolítica. La temperatura actúa como “catalizador” en las reacciones químicas que han de producirse para la fermentación de la materia orgánica. Según la temperatura se distinguen tres rangos que a su vez, se asocian con tres tipos de bacterias:

- Rango Psicrofílico (Bacteria Psicrofílicas): Temperatura óptima de 15 – 25 °C. Las bacterias psicrofílicas producen metano a partir de 4 °C. El tiempo de metanogénesis es el doble que en el rango mesófilo. Es el rango de metanogénesis típico en vertederos.
- Rango Mesofílico (Bacterias Mesófilas): Temperatura óptima de 35 – 40 °C. Las bacterias mesofílicas se dan, sobre todo, en biodigestores con calentamiento, aunque también en vertederos en climas cálidos.
- Rango Termófilo (Bacterias Termófilas): Temperatura óptima de 50 – 55 °C. Este rango es casi exclusivo de biodigestores con calentamiento.

2.2.3. Humedad

La humedad óptima para maximizar la generación de biogás es del entorno 50 – 60 %. La humedad de los residuos depende de las estaciones, del clima y, sobre todo, está condicionado por la cantidad de materia orgánica que contengan. Normalmente, en climas continentales en invierno, se dan valores del 20 %, mientras que en verano llegan hasta el 30 %. Este hecho es debido a que en verano aumentan los restos vegetales que elevan el grado de humedad. También la humedad varía según la zona de consumo y es un parámetro importante para la compactación. No obstante, los índices de humedad de los residuos van disminuyendo en comparación con décadas anteriores. En residuos sin compactar, la humedad varía entre el 40 – 60 %.

La humedad de los residuos también dependerá de la humedad ambiente y las precipitaciones en la zona de vertedero. En nuestro caso se trata de un clima mediterráneo continental con inviernos fríos y no muy húmedos y veranos calurosos y secos.

2.2.4. pH

El pH óptimo dependerá de la etapa en la que nos encontremos en el proceso de digestión anaeróbica:

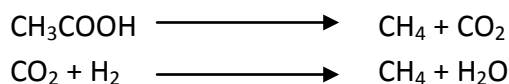
- Etapa de Hidrólisis
La Hidrólisis es el primer paso necesario para la degradación de la materia orgánica compleja. En esta etapa, las bacterias hidrolíticas actúan sobre las macromoléculas orgánicas despolimerizándolas encimáticamente en los correspondientes monómeros o fragmentos más sencillos. Así, los lípidos son degradados por encimas hidrolíticas (lipasas) a ácidos grasos de cadena larga y glicerina. Las proteínas son hidrolizadas por proteasas en proteosas, péptidos y aminoácidos, y los polisacáridos son convertidos en monosacáridos.
- Etapa Acidogénica
Los compuestos solubles obtenidos en la etapa anterior son transformados por las bacterias acidogénicas en ácidos grasos de cadena corta (ácidos grasos volátiles), alcoholes, amoníaco, hidrógeno y dióxido de carbono. Los ácidos grasos volátiles son principalmente ácido acético, propiónico, butírico y valérico. El metabolismo de las bacterias acidogénicas depende de la cantidad de hidrógeno.

- Etapa Acetogénica

Mientras que algunos productos de la fermentación (hidrógeno y ácido acético) pueden ser metabolizados directamente por los organismos metanogénicos, los productos intermedios (ácido propiónico, butírico, etc.) necesitan ser transformados en productos más sencillos a través de las bacterias acetogénicas. Como principales productos se obtienen ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono que, posteriormente pueden ser aprovechados por las bacterias metanogénicas. Las bacterias acetogénicas también dependen de la concentración de hidrógeno, ya que con una elevada presión de hidrógeno se reduce la formación de acetato, produciendo preferentemente ácido propiónico, butírico o etanol en vez de metano.

- Etapa metanogénica

En la etapa final del proceso, las bacterias metanogénicas transforman el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono en metano y dióxido de carbono. Las bacterias responsables de este proceso son anaeróbicas estrictas. Se distinguen dos tipos de microorganismos, los que degradan el ácido acético a metano y dióxido de carbono (bacterias metanogénicas acetoclásticas) y los que reducen el dióxido de carbono con hidrógeno a metano y agua (bacterias metanogénicas hidrogenófilas).



La principal vía de producción de metano es la primera, con alrededor del 70 % del metano producido. Este es un proceso lento y constituye la etapa limitante del proceso de degradación anaeróbica.

El pH es un parámetro importante ya que en cada fase del proceso los microorganismos presentan máxima actividad en un intervalo de pH diferente. Así, el intervalo de pH óptimo de los microorganismos hidrolíticos es entre 7,2 y 7,5; para los acetogénicos entre 7 y 7,2; y para los metanogénicos entre 6,5 y 7,5.

El pH medio o habitual de los R.S.U. se encuentra en un rango de 6,5 a 7,5 (prácticamente básico).

2.2.5. Grado de compactación

Las operaciones de relleno determinará el grado de compactación de los residuos. Para una misma máquina de apisonado, una misma velocidad de apisonado y un mismo número de pisadas, el grado de compactación, y por tanto la densidad del R.S.U. aumenta cuando disminuye el espesor de la capa de residuo como se indica en el Anexo Nº 8 Cálculos.

En las alternativas de proyecto contempladas en este trabajo, se tienen dos densidades diferentes de los residuos:

En La Colilla, la densidad después de más de dos años de depositado el residuo en el relleno será de 700 kg/m^3 , debido a la elevada pendiente (en algún caso del 33 %) del terraplén de residuos a formar para rellenar los huecos de explotación, por lo que los residuos se “esponjarán” debido a que la componente normal (perpendicular) al plano de depósito será menor que si éste fuese horizontal o subhorizontal.

En Gemuño, la densidad después de más de dos años de depositado el residuo en el relleno será de 900 kg/m^3 , debido a la pequeña pendiente (2%) del terraplén de residuos a formar para rellenar el hueco de explotación, por lo que la basura se compactará por acción de la gravedad, debido a que la componente normal (perpendicular) al plano de depósito será prácticamente igual que si éste fuese horizontal. Es decir, los residuos no tenderán a “esponjarse”.

Un factor determinante en la formación de biogás es la ausencia de aire, es decir, que no penetre aire de la atmósfera al interior del paquete de residuos. Cuanto mayor sea el grado de compactación y por tanto mayor sea la densidad del paquete de residuo, mayor será la extrusión del aire contenido en los residuos y además menor espacio habrá entre éstos y por tanto menor cantidad de aire entrará. Por ello, conseguir una buena densidad, del orden de $850 - 1.000 \text{ kg/m}^3$, es muy importante para aumentar la producción de biogás y lo que es más importante, la concentración de metano es éste, ya que el metano se produce en la fase anaerobia.

2.3. CÁLCULO TOTAL DEL BIOGÁS PRODUCIDO

Los estudios realizados hasta la fecha, en el seguimiento de los procesos de fermentación de los residuos depositados en vertedero, indican que en el período comprendido entre los 4 y los 10 primeros años, con posterioridad a ser depositados los residuos, es justo cuando más gas se genera.

En un segundo período la producción irá decreciendo, normalmente entre los 10 y los 20 años siguientes, hasta alcanzar un volumen escaso de difícil aprovechamiento, que perdura mientras no se llegue a la total degradación de la materia orgánica contenida en el vertedero.

En este sentido, la actividad es considerablemente inferior a los 30 años y baja a los 50.

2.3.1. Parámetros de Cálculo

El cálculo estimado de la generación de biogás para las alternativas de vertedero de R.S.U. del presente trabajo, se ha realizado según el modelo de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (Environmental Protection Agency; EPA). Se muestra el resultado del cálculo en la tabla que se presenta posteriormente.

La fórmula de cálculo es:

$$Q_{CH_4} = L_0 \cdot R \cdot (e^{-kc} - e^{-kt})$$

Donde:

Q_{CH_4} = Ratio de generación de metano en el tiempo "t" ($m^3/año$) (total de metano generado en el año corriente)

L_0 = Capacidad potencial de generación de metano del R.S.U. ($m^3 CH_4/t$)

R = Media anual de residuos en el tiempo "t" (t R.S.U./año) (basura acumulada hasta el año "t")

k = Ratio o tasa anual de generación de metano (1/año) (se supone constante en el tiempo pues no cambian las condiciones ambientales más determinantes)

c = Tiempo desde la clausura del vertedero (años)

t = Tiempo desde el inicio de la colocación del residuo en el vertedero (años) (al final de cada año)

L_0 depende del contenido orgánico de la basura (principalmente celulosa) y de la humedad y puede variar entre 6,2 y 270 $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{t}$ residuo. Basándonos en los resultados de numerosos estudios y teniendo en cuenta que la fracción orgánica de RSU en nuestro vertedero será en torno al 50 %, según las condiciones climáticas por cada tonelada de RSU se producirán 200 Nm^3 de biogás. Considerando una concentración media de metano en el biogás del 55 % se tiene:

$$L_0 = 110 \text{ Nm}^3 \text{CH}_4/\text{t R.S.U.}$$

k depende de la humedad, el pH, temperatura y otros factores medioambientales así como condiciones de operación del vertedero. El valor estándar de k usado en la mayoría de los vertederos en EE.UU. es de 0,05 L/año.

Para realizar los cálculos de emisiones, se tomarán como valores de k los dados por la EPA, teniendo en cuenta el clima de la zona:

- 0,04 para áreas de tiempo lluvioso (más de 635 mm/año)
- 0,02 para áreas de tiempo seco (menos de 635 mm/año)

En Ávila, la precipitación media anual, según datos consultados, está en torno a 400 – 800 mm/año, por lo que se tomará un valor medio de k , es decir, $k = 0,03$.

El valor L_0 representa el potencial de capacidad de generación de metano a partir de la cantidad y tipo de residuos urbanos depositados en el vertedero. Conforme el contenido de materia orgánica en los residuos aumenta, el valor de L_0 también aumenta.

$$\text{Densidad de metano (t/m}^3\text{)} = 0,0007168$$

$$\text{Densidad del CO}_2 \text{ (t/m}^3\text{)} = 0,001977$$

Se ha estimado una concentración media de metano en biogás del 55 %, que es un valor característico de la composición de RSU y condiciones climáticas similares a las nuestras.

$$\text{Potencial calentamiento global de metano} = 21$$

En Gemuño:

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

FASE 1														
AÑO	R.S.U. deposita dos (t/año)	R.S.U. acumulado (t) (*)	c (años) (**)	t (años) (**)	e^{-kc}	e^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producci ón de biogás (m ³ /t·año (***)	CO ₂ generado	
								(m ³ /año)	(t/año)	(m ³ /año)	(t/año)		(m ³ /año)	(t/año)
2015	1725,98	0	0	1	1	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	1719,074	1725,98	0	2	1	0,942	1725,980	11011,752	7,893	20021,368	25,705	11,600	9009,616	17,812
2017	1712,168	3445,054	0	3	1	0,914	1722,527	16295,105	11,680	29627,464	38,038	14,412	13332,359	26,358
2018	1705,262	5157,222	0	4	1	0,887	1719,074	21368,090	15,317	38851,072	49,881	17,160	17482,983	34,564
2019	1698,356	6862,484	0	5	1	0,861	1715,621	26231,845	18,803	47694,264	61,234	19,846	21462,419	42,431
2020	1691,45	8560,84	0	6	1	0,835	1712,168	31075,849	22,275	56501,544	72,542	22,509	25425,695	50,267
2021	1684,544	10252,29	0	7	1	0,811	1708,715	35524,185	25,464	64589,427	82,926	25,095	29065,242	57,462
2022	1677,638	11936,834	0	8	1	0,787	1705,262	39954,289	28,639	72644,161	93,267	27,640	32689,873	64,628
2023	1670,732	13614,472	0	9	1	0,763	1701,809	44366,161	31,802	80665,747	103,566	30,159	36299,586	71,764
2024	1663,826	15285,204	0	10	1	0,741	1698,356	48386,162	34,683	87974,841	112,950	32,618	39588,678	78,267
2025	1656,92	16949,03	0	11	1	0,719	1694,903	52389,452	37,553	95253,549	122,295	35,036	42864,097	84,742
2026	1650,014	18605,95	0	12	1	0,698	1691,450	56189,969	40,277	102163,580	131,167	37,407	45973,611	90,890
2027	1643,108	20255,964	0	13	1	0,677	1687,997	59974,533	42,990	109044,606	140,001	39,743	49070,073	97,012
2028	0	21899,072	1	14	0,97	0,657	1684,544	57998,850	41,574	105452,454	135,389	41,576	47453,604	93,816
2029	0	21899,072	2	15	0,942	0,638	1684,544	56331,151	40,378	102420,275	131,496	46,253	46089,124	91,118
2030	0	21899,072	3	16	0,914	0,619	1684,544	54663,453	39,183	99388,096	127,603	50,792	44724,643	88,421
2031	0	21899,072	4	17	0,887	0,6	1684,544	53181,054	38,120	96692,826	124,143	55,207	43511,772	86,023
2032	0	21899,072	5	18	0,861	0,583	1684,544	51513,356	36,925	93660,646	120,250	59,484	42147,291	83,325
2033	0	21899,072	6	19	0,835	0,566	1684,544	49845,657	35,729	90628,467	116,357	63,623	40782,810	80,628
2034	0	21899,072	7	20	0,811	0,549	1684,544	48548,558	34,800	88270,106	113,329	67,653	39721,548	78,529
2035	0	21899,072	8	21	0,787	0,533	1684,544	47066,159	33,737	85574,835	109,869	71,561	38508,676	76,132
2036	0	21899,072	9	22	0,763	0,517	1684,544	45583,761	32,674	82879,565	106,408	75,346	37295,804	73,734
2037	0	21899,072	10	23	0,741	0,502	1684,544	44286,662	31,745	80521,203	103,380	79,023	36234,541	71,636

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2038	0	21899,072	11	24	0,719	0,487	1684,544	42989,563	30,815	78162,842	100,352	82,592	35173,279	69,538
2039	0	21899,072	12	25	0,698	0,472	1684,544	41877,764	30,018	76141,389	97,757	86,069	34263,625	67,739
2040	0	21899,072	13	26	0,677	0,458	1684,544	40580,665	29,088	73783,027	94,729	89,438	33202,362	65,641
2041	0	21899,072	14	27	0,657	0,445	1684,544	39283,566	28,158	71424,666	91,701	92,699	32141,100	63,543
2042	0	21899,072	15	28	0,638	0,432	1684,544	38171,767	27,362	69403,213	89,106	95,869	31231,446	61,745
2043	0	21899,072	16	29	0,619	0,419	1684,544	37059,968	26,565	67381,760	86,511	98,946	30321,792	59,946
2044	0	21899,072	17	30	0,6	0,407	1684,544	35762,869	25,635	65023,398	83,483	101,915	29260,529	57,848
2045	0	21899,072	18	31	0,583	0,395	1684,544	34836,370	24,971	63338,854	81,320	104,807	28502,484	56,349
2046	0	21899,072	19	32	0,566	0,383	1684,544	33909,871	24,307	61654,310	79,157	107,623	27744,440	54,851
2047	0	21899,072	20	33	0,549	0,372	1684,544	32798,072	23,510	59632,858	76,562	110,346	26834,786	53,052
2048	0	21899,072	21	34	0,533	0,361	1684,544	31871,572	22,846	57948,314	74,399	112,992	26076,741	51,554
2049	0	21899,072	22	35	0,517	0,350	1684,544	30956,608	22,190	56284,742	72,263	115,562	25328,134	50,074
2050	0	21899,072	23	36	0,502	0,340	1684,544	30093,523	21,571	54715,497	70,249	118,060	24621,973	48,678
2051	0	21899,072	24	37	0,487	0,330	1684,544	29173,799	20,912	53043,271	68,102	120,483	23869,472	47,190
2052	0	21899,072	25	38	0,472	0,320	1684,544	28199,111	20,213	51271,111	65,826	122,824	23072,000	45,613
2053	0	21899,072	26	39	0,458	0,310	1684,544	27356,382	19,609	49738,877	63,859	125,095	22382,494	44,250
2054	0	21899,072	27	40	0,445	0,301	1684,544	26647,190	19,101	48449,435	62,204	127,308	21802,246	43,103
2055	0	21899,072	28	41	0,432	0,292	1684,544	25887,763	18,556	47068,660	60,431	129,457	21180,897	41,875
2056	0	21899,072	29	42	0,419	0,284	1684,544	25079,587	17,977	45599,250	58,544	131,539	20519,662	40,567
2057	0	21899,072	30	43	0,407	0,275	1684,544	24409,403	17,497	44380,732	56,980	133,566	19971,330	39,483
2058	0	21899,072	31	44	0,395	0,267	1684,544	23693,308	16,983	43078,742	55,308	135,533	19385,434	38,325
2059	0	21899,072	32	45	0,383	0,259	1684,544	22932,660	16,438	41695,745	53,533	137,437	18763,085	37,095
2060	0	21899,072	33	46	0,372	0,252	1684,544	22235,981	15,939	40429,056	51,906	139,283	18193,075	35,968
2061	0	21899,072	34	47	0,361	0,244	1684,544	21680,081	15,540	39418,330	50,609	141,083	17738,248	35,069
2062	0	21899,072	35	48	0,350	0,237	1684,544	20927,347	15,001	38049,722	48,852	142,821	17122,375	33,851
2063	0	21899,072	36	49	0,340	0,23	1684,544	20308,033	14,557	36923,697	47,406	144,507	16615,664	32,849
2064	0	21899,072	37	50	0,330	0,223	1684,544	19745,358	14,153	35900,652	46,092	146,146	16155,293	31,939
2065	0	21899,072	38	51	0,320	0,217	1684,544	19052,348	13,657	34640,633	44,475	147,728	15588,285	30,818
2066	0	21899,072	39	52	0,310	0,21	1684,544	18597,978	13,331	33814,506	43,414	149,272	15216,528	30,083

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2067	0	21899,072	40	53	0,301	0,204	1684,544	18010,072	12,910	32745,585	42,042	150,767	14735,513	29,132
2068	0	21899,072	41	54	0,292	0,198	1684,544	17472,400	12,524	31767,999	40,787	152,218	14295,600	28,262
2069	0	21899,072	42	55	0,284	0,192	1684,544	16983,476	12,174	30879,048	39,645	153,628	13895,572	27,472
2070	0	21899,072	43	56	0,275	0,186	1684,544	16541,862	11,857	30076,112	38,614	155,001	13534,251	26,757
2071	0	21899,072	44	57	0,267	0,18	1684,544	16146,158	11,574	29356,650	37,691	156,342	13210,493	26,117
2072	0	21899,072	45	58	0,259	0,176	1684,544	15424,407	11,056	28044,376	36,006	157,623	12619,969	24,950
2073	0	21899,072	46	59	0,252	0,17	1684,544	15194,587	10,891	27626,522	35,469	158,884	12431,935	24,578
2074	0	21899,072	47	60	0,244	0,165	1684,544	14638,687	10,493	26615,795	34,172	160,099	11977,108	23,679
2075	0	21899,072	48	61	0,237	0,16	1684,544	14268,088	10,227	25941,978	33,307	161,284	11673,890	23,079
2076	0	21899,072	49	62	0,23	0,156	1684,544	13712,188	9,829	24931,251	32,009	162,423	11219,063	22,180
2077	0	21899,072	50	63	0,223	0,151	1684,544	13341,588	9,563	24257,434	31,144	163,530	10915,845	21,581
2078	0	21899,072	51	64	0,217	0,147	1684,544	12970,989	9,298	23583,616	30,279	164,607	10612,627	20,981
2079	0	21899,072	52	65	0,21	0,142	1684,544	12600,389	9,032	22909,798	29,414	165,653	10309,409	20,382
2080	0	21899,072	53	66	0,204	0,138	1684,544	12229,789	8,766	22235,981	28,549	166,669	10006,191	19,782
2081	0	21899,072	54	67	0,198	0,134	1684,544	11859,190	8,501	21562,163	27,683	167,653	9702,973	19,183
2082	0	21899,072	55	68	0,192	0,13	1684,544	11488,590	8,235	20888,346	26,818	168,607	9399,756	18,583
2083	0	21899,072	56	69	0,186	0,126	1684,544	11117,990	7,969	20214,528	25,953	169,530	9096,538	17,984
2084	0	21899,072	57	70	0,18	0,122	1684,544	10747,391	7,704	19540,710	25,088	170,423	8793,320	17,384
Total		21899,072						2052652,40	1471,34	3732095,28	4791,60		1679442,88	3320,26

Debido al elevado volumen de este vertedero se ha querido hacer el estudio hasta 40 años después de su clausura por si fuera viable la explotación del biogás hasta ese momento, aunque en principio sólo se contempla la extracción hasta el año 30 después de la clausura. La suma del metano y el biogás generados hasta el año 30 después de la clausura (año 2075) en la Fase 1 es:

Metano (m ³)	Metano (t)	Biogás (m ³)	Biogás (t)	CO ₂ (m ³)	CO ₂ (t)
1.928.316,210	1.382,217	3.506.029,473	4.501,356	1.577.713,263	3.119,139

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

FASE 2														
AÑO	R.S.U. deposita dos (t/año)	R.S.U. acumulado (t) (*)	c (años) (**))	t (años) (**))	e ^{-kc}	e ^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producci ón de biogás (m³/t·añ o)(***)	CO₂ generado	
								(m³/año)	(t/año)	(m³/año)	(t/año)		(m³/año)	(t/año)
2028	1636,202	0	0	1	1	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2029	1629,296	1636,202	0	2	1	0,942	1636,202	10438,969	7,483	18979,943	24,368	11,600	8540,974	16,886
2030	1622,39	3265,498	0	3	1	0,914	1632,749	15445,806	11,072	28083,283	36,056	14,412	12637,477	24,984
2031	1615,484	4887,888	0	4	1	0,887	1629,296	20252,149	14,517	36822,090	47,276	17,162	16569,940	32,759
2032	1608,578	6503,372	0	5	1	0,861	1625,843	24859,139	17,819	45198,435	58,030	19,849	20339,296	40,211
2033	1601,672	8111,95	0	6	1	0,835	1622,390	29446,379	21,107	53538,870	68,738	22,513	24092,492	47,631
2034	1594,766	9713,622	0	7	1	0,811	1618,937	33657,700	24,126	61195,819	78,569	25,101	27538,118	54,443
2035	1587,86	11308,388	0	8	1	0,787	1615,484	37850,790	27,131	68819,618	88,357	27,647	30968,828	61,225
2036	1580,954	12896,248	0	9	1	0,763	1612,031	42025,648	30,124	76410,269	98,102	30,168	34384,621	67,978
2037	1574,048	14477,202	0	10	1	0,741	1608,578	45828,387	32,850	83324,340	106,979	32,629	37495,953	74,129
2038	1567,142	16051,25	0	11	1	0,719	1605,125	49614,414	35,564	90208,025	115,817	35,049	40593,611	80,254
2039	1560,236	17618,392	0	12	1	0,698	1601,672	53207,544	38,139	96740,989	124,205	37,422	43533,445	86,066
2040	1553,33	19178,628	0	13	1	0,677	1598,219	56784,721	40,703	103244,947	132,555	39,761	46460,226	91,852
2041	1546,424	20731,958	0	14	1	0,657	1594,766	60170,521	43,130	109400,948	140,459	42,059	49230,426	97,329
2042	1539,518	22278,382	0	15	1	0,638	1591,313	63366,084	45,421	115211,061	147,918	44,311	51844,978	102,498
2043	1532,612	23817,9	0	16	1	0,619	1587,860	66547,213	47,701	120994,932	155,344	46,527	54447,719	107,643
2044	1525,706	25350,512	0	17	1	0,6	1584,407	69713,908	49,971	126752,560	162,736	48,714	57038,652	112,765
2045	0	26876,218	1	18	0,97	0,583	1580,954	67301,212	48,242	122365,840	157,104	50,502	55064,628	108,863
2046	0	26876,218	2	19	0,942	0,566	1580,954	65388,257	46,870	118887,741	152,639	54,925	53499,483	105,768
2047	0	26876,218	3	20	0,914	0,549	1580,954	63475,303	45,499	115409,642	148,173	59,219	51934,339	102,674
2048	0	26876,218	4	21	0,887	0,533	1580,954	61562,349	44,128	111931,543	143,708	63,384	50369,194	99,580
2049	0	26876,218	5	22	0,861	0,517	1580,954	59823,299	42,881	108769,635	139,648	67,431	48946,336	96,767

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2050	0	26876,218	6	23	0,835	0,502	1580,954	57910,345	41,510	105291,536	135,183	71,349	47381,191	93,673
2051	0	26876,218	7	24	0,811	0,487	1580,954	56345,201	40,388	102445,819	131,529	75,160	46100,619	91,141
2052	0	26876,218	8	25	0,787	0,472	1580,954	54780,056	39,266	99600,102	127,876	78,866	44820,046	88,609
2053	0	26876,218	9	26	0,763	0,458	1580,954	53041,007	38,020	96438,194	123,816	82,455	43397,187	85,796
2054	0	26876,218	10	27	0,741	0,445	1580,954	51475,862	36,898	93592,477	120,162	85,937	42116,615	83,265
2055	0	26876,218	11	28	0,719	0,432	1580,954	49910,718	35,776	90746,760	116,509	89,313	40836,042	80,733
2056	0	26876,218	12	29	0,698	0,419	1580,954	48519,478	34,779	88217,233	113,261	92,596	39697,755	78,482
2057	0	26876,218	13	30	0,677	0,407	1580,954	46954,334	33,657	85371,516	109,608	95,772	38417,182	75,951
2058	0	26876,218	14	31	0,657	0,395	1580,954	45563,094	32,660	82841,990	106,360	98,855	37278,895	73,700
2059	0	26876,218	15	32	0,638	0,383	1580,954	44345,760	31,787	80628,654	103,518	101,855	36282,894	71,731
2060	0	26876,218	16	33	0,619	0,372	1580,954	42954,520	30,790	78099,128	100,271	104,760	35144,607	69,481
2061	0	26876,218	17	34	0,6	0,361	1580,954	41563,281	29,793	75569,601	97,023	107,572	34006,321	67,230
2062	0	26876,218	18	35	0,583	0,350	1580,954	40530,677	29,052	73692,140	94,613	110,314	33161,463	65,560
2063	0	26876,218	19	36	0,566	0,340	1580,954	39372,857	28,222	71587,012	91,910	112,978	32214,155	63,687
2064	0	26876,218	20	37	0,549	0,330	1580,954	38161,881	27,354	69385,238	89,083	115,559	31223,357	61,729
2065	0	26876,218	21	38	0,533	0,320	1580,954	37073,225	26,574	67405,864	86,542	118,067	30332,639	59,968
2066	0	26876,218	22	39	0,517	0,310	1580,954	35934,510	25,758	65335,472	83,884	120,498	29400,962	58,126
2067	0	26876,218	23	40	0,502	0,301	1580,954	34921,119	25,031	63492,943	81,518	122,861	28571,824	56,486
2068	0	26876,218	24	41	0,487	0,292	1580,954	33860,583	24,271	61564,696	79,042	125,151	27704,113	54,771
2069	0	26876,218	25	42	0,472	0,284	1580,954	32754,295	23,478	59553,264	76,460	127,367	26798,969	52,982
2070	0	26876,218	26	43	0,458	0,275	1580,954	31777,514	22,778	57777,297	74,180	129,517	25999,784	51,402
2071	0	26876,218	27	44	0,445	0,267	1580,954	30931,550	22,172	56239,181	72,205	131,610	25307,632	50,033
2072	0	26876,218	28	45	0,432	0,259	1580,954	30043,772	21,535	54625,040	70,133	133,642	24581,268	48,597
2073	0	26876,218	29	46	0,419	0,252	1580,954	29042,125	20,817	52803,864	67,794	135,607	23761,739	46,977
2074	0	26876,218	30	47	0,407	0,244	1580,954	28346,505	20,319	51539,100	66,171	137,524	23192,595	45,852
2075	0	26876,218	31	48	0,395	0,237	1580,954	27476,981	19,695	49958,146	64,141	139,383	22481,166	44,445
2076	0	26876,218	32	49	0,383	0,23	1580,954	26607,456	19,072	48377,192	62,111	141,183	21769,737	43,039
2077	0	26876,218	33	50	0,372	0,223	1580,954	25911,836	18,574	47112,429	60,487	142,936	21200,593	41,914
2078	0	26876,218	34	51	0,361	0,217	1580,954	25042,311	17,950	45531,475	58,457	144,630	20489,164	40,507

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2079	0	26876,218	35	52	0,350	0,21	1580,954	24335,866	17,444	44247,029	56,808	146,277	19911,163	39,364
2080	0	26876,218	36	53	0,340	0,204	1580,954	23580,732	16,903	42874,058	55,046	147,872	19293,326	38,143
2081	0	26876,218	37	54	0,330	0,198	1580,954	22878,753	16,399	41597,733	53,407	149,420	18718,980	37,007
2082	0	26876,218	38	55	0,320	0,192	1580,954	22228,359	15,933	40415,199	51,889	150,923	18186,839	35,955
2083	0	26876,218	39	56	0,310	0,186	1580,954	21628,025	15,503	39323,683	50,487	152,386	17695,657	34,984
2084	0	26876,218	40	57	0,301	0,18	1580,954	21076,272	15,107	38320,495	49,199	153,812	17244,223	34,092
2085	0	26876,218	41	58	0,292	0,176	1580,954	20223,854	14,496	36770,643	47,209	155,180	16546,789	32,713
2086	0	26876,218	42	59	0,284	0,17	1580,954	19764,997	14,168	35936,358	46,138	156,518	16171,361	31,971
2087	0	26876,218	43	60	0,275	0,165	1580,954	19176,634	13,746	34866,607	44,765	157,815	15689,973	31,019
2088	0	26876,218	44	61	0,267	0,16	1580,954	18631,358	13,355	33875,197	43,492	159,075	15243,839	30,137
2089	0	26876,218	45	62	0,259	0,156	1580,954	17953,991	12,869	32643,621	41,911	160,290	14689,629	29,041
2090	0	26876,218	46	63	0,252	0,151	1580,954	17564,399	12,590	31935,271	41,001	161,478	14370,872	28,411
2091	0	26876,218	47	64	0,244	0,147	1580,954	16868,779	12,092	30670,508	39,378	162,619	13801,728	27,286
2092	0	26876,218	48	65	0,237	0,142	1580,954	16520,969	11,842	30038,126	38,566	163,737	13517,157	26,723
2093	0	26876,218	49	66	0,23	0,138	1580,954	15999,254	11,468	29089,554	37,348	164,819	13090,299	25,880
2094	0	26876,218	50	67	0,223	0,134	1580,954	15477,540	11,094	28140,981	36,130	165,866	12663,442	25,036
2095	0	26876,218	51	68	0,217	0,13	1580,954	15129,730	10,845	27508,600	35,318	166,890	12378,870	24,473
2096	0	26876,218	52	69	0,21	0,126	1580,954	14608,015	10,471	26560,027	34,100	167,878	11952,012	23,629
2097	0	26876,218	53	70	0,204	0,122	1580,954	14260,205	10,222	25927,646	33,288	168,843	11667,441	23,067
Total		26876,218						2495820,38	1789,00	4537855,23	5826,11		2042034,85	4037,10

La suma de biogás y metano generados hasta el año 30 después de la clausura (hasta el año 2075 incluido) en la Fase 2 es:

Metano (m ³)	Metano (t)	Biogás (m ³)	Biogás (t)	CO ₂ (m ³)	CO ₂ (t)
2.060.351,04	1.476,86	3.746.092,80	4.809,57	1.685.741,76	3.332,71

(*) Al inicio del año, los que van a generar biogás al final de ese año.

(**) Al final de cada año

(***) Son los m^3 de biogás generados por cada tonelada acumulada en el vertedero desde el inicio del vertido. Se estima que cada tonelada de R.S.U. generará $200 m^3$ de biogás hasta la degradación completa de la materia orgánica.

Como se observa en la tabla, en el segundo año de explotación, ya se ha generado biogás; esto es así porque hay residuos orgánicos que se degradan muy rápido, y aunque en otros residuos la fase anaeróbica tarda dos o más años en alcanzarse, los residuos con mayor humedad se degradan a partir de unos meses.

A continuación se presenta otra tabla que recoge las toneladas de emisiones de CO_2 equivalentes, obtenidas al multiplicar las toneladas de metano generadas por el vertedero por el factor de calentamiento global de éste, que es 21 veces el valor del Dióxido de Carbono.

Relación metano/biogás: 55%

Densidad del metano (t/m^3): 0,0007168

Eficiencia de captura: 70% (ver punto 3, recuperación de biogás)

Eficiencia de combustión: 98%

PCG metano: 21

Tabla de emisiones de CO_2 equivalentes (del biogás total generado):

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

AÑO	Residuos acumula. (t)	Biogás (t/año)	Metano (t/año)	CO ₂ (t/año)	CO ₂ equivalente total (t/año)
2015	0	0	0	0	0
2016	1725,980	25,810	7,925	17,884	184,315
2017	3445,054	38,069	11,690	26,379	271,862
2018	5157,222	49,916	15,327	34,588	356,464
2019	6862,484	61,363	18,842	42,520	438,213
2020	8560,840	72,423	22,239	50,184	517,197
2021	10252,290	83,108	25,520	57,588	593,503
2022	11936,834	93,430	28,689	64,741	667,215
2023	13614,472	103,400	31,751	71,649	738,415
2024	15285,204	113,029	34,708	78,322	807,180
2025	16949,03	122,328	37,563	84,765	873,587
2026	18605,95	131,307	40,320	90,987	937,710
2027	20255,964	139,977	42,982	96,994	999,620
2028	21899,072	148,346	45,552	102,794	1059,387
2029	23535,274	156,424	48,033	108,391	1117,077
2030	25164,57	164,221	50,427	113,794	1172,755
2031	26786,96	171,745	52,737	119,007	1226,485
2032	28402,444	179,004	54,966	124,038	1278,328
2033	30011,022	186,007	57,117	128,891	1328,342
2034	31612,694	192,763	59,191	133,572	1376,585
2035	33207,46	199,278	61,192	138,086	1423,113
2036	34795,32	205,561	63,121	142,440	1467,978
2037	36376,274	211,618	64,981	146,637	1511,234

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2038	37950,322	217,457	66,774	150,683	1552,930
2039	39517,464	223,084	68,502	154,582	1593,116
2040	41077,7	228,506	70,167	158,339	1631,839
2041	42631,03	233,730	71,771	161,959	1669,144
2042	44177,454	238,762	73,316	165,446	1705,076
2043	45716,972	243,607	74,804	168,803	1739,679
2044	47249,584	248,272	76,236	172,036	1772,993
2045	48775,29	240,424	73,826	166,598	1716,947
2046	48775,29	233,318	71,644	161,674	1666,203
2047	48775,29	226,423	69,527	156,896	1616,959
2048	48775,29	219,731	67,472	152,259	1569,171
2049	48775,29	213,237	65,478	147,759	1522,795
2050	48775,29	206,935	63,543	143,392	1477,790
2051	48775,29	200,819	61,665	139,154	1434,114
2052	48775,29	194,884	59,842	135,041	1391,730
2053	48775,29	189,124	58,074	131,050	1350,598
2054	48775,29	183,535	56,357	127,177	1310,682
2055	48775,29	178,110	54,692	123,419	1271,945
2056	48775,29	172,846	53,075	119,771	1234,354
2057	48775,29	167,738	51,507	116,231	1197,873
2058	48775,29	162,781	49,984	112,796	1162,471
2059	48775,29	157,970	48,507	109,462	1128,114
2060	48775,29	153,301	47,074	106,227	1094,774
2061	48775,29	148,770	45,682	103,088	1062,418

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2062	48775,29	144,373	44,332	100,041	1031,019
2063	48775,29	140,107	43,022	97,084	1000,548
2064	48775,29	135,966	41,751	94,215	970,977
2065	48775,29	131,947	40,517	91,431	942,280
2066	48775,29	128,048	39,319	88,729	914,432
2067	48775,29	124,263	38,157	86,106	887,406
2068	48775,29	120,591	37,029	83,561	861,179
2069	48775,29	117,027	35,935	81,092	835,728
2070	48775,29	113,568	34,873	78,695	811,028
2071	48775,29	110,212	33,842	76,369	787,059
2072	48775,29	106,954	32,842	74,112	763,798
2073	48775,29	103,793	31,872	71,922	741,224
2074	48775,29	100,726	30,930	69,796	719,317
2075	48775,29	97,749	30,015	67,734	698,058
2076	48775,29	94,860	29,128	65,732	677,428
2077	48775,29	92,057	28,268	63,789	657,407
2078	48775,29	89,336	27,432	61,904	637,977
2079	48775,29	86,696	26,621	60,074	619,122
2080	48775,29	84,133	25,835	58,299	600,824
2081	48775,29	81,647	25,071	56,576	583,067
2082	48775,29	79,234	24,330	54,904	565,835
2083	48775,29	76,892	23,611	53,281	549,112
2084	48775,29	74,620	22,913	51,706	532,883

(Condiciones estándar de gases)

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

El Metano total valorizado y el CO₂ equivalente valorizado hasta el año 2075 son: (ver punto 3 Recuperación del biogás)

Metano total valorizado (t)	2.536,117 (3.538.109,896 m ³ STP)
CO ₂ equivalente valorizado (t)	53.258,461

En La Colilla:

La vida útil de los vasos de vertido es:

Vaso N°1.: 4,3 años; Vaso N°2.: 1,7 años; Vaso N°3.:2,9 años; Vaso N°4.:4,8 años; Vaso N°5.: 0,3 años. A efectos prácticos vamos a considerar:

Vaso N°1.: 4 años; Vaso N°2.: 2 años; Vaso N°3.: 3 años; Vaso N°4.: 5 años; Vaso N°5.: 0 años

VASO 1														
AÑO	R.S.U. depositados (t/año)	R.S.U. acumulado (t) (*)	c (años) (**)	t (años) (**)	e ^{-kc}	e ^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producci ón de biogás (m³/t-año)(***)	CO₂ generado	
								(m³/año)	(t/año)	(m³/año)	(t/año)		(m³/año)	(t/año)
2015	1725,980	0	0	1	1	0,970	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	1719,074	1725,980	0	2	1	0,942	1725,980	11011,752	7,893	20021,368	25,705	11,600	9009,616	17,812
2017	1712,168	3445,054	0	3	1	0,914	1722,527	16295,105	11,680	29627,464	38,038	14,412	13332,359	26,358
2018	1705,262	5157,222	0	4	1	0,887	1719,074	21368,090	15,317	38851,072	49,881	17,160	17482,983	34,564
2019	0	6862,484	1	5	0,970	0,861	1715,621	20570,296	14,745	37400,538	48,018	18,346	16830,242	33,273

ANEXO N° 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2020	0	6862,484	2	6	0,942	0,835	1715,621	20192,859	14,474	36714,289	47,137	23,696	16521,430	32,663
2021	0	6862,484	3	7	0,914	0,811	1715,621	19437,986	13,933	35341,793	45,375	28,846	15903,807	31,442
2022	0	6862,484	4	8	0,887	0,787	1715,621	18871,831	13,527	34312,420	44,053	33,846	15440,589	30,526
2023	0	6862,484	5	9	0,861	0,763	1715,621	18494,394	13,257	33626,172	43,172	38,746	15131,777	29,916
2024	0	6862,484	6	10	0,835	0,741	1715,621	17739,521	12,716	32253,675	41,410	43,446	14514,154	28,694
2025	0	6862,484	7	11	0,811	0,719	1715,621	17362,085	12,445	31567,426	40,529	48,046	14205,342	28,084
2026	0	6862,484	8	12	0,787	0,698	1715,621	16795,930	12,039	30538,054	39,208	52,496	13742,124	27,168
2027	0	6862,484	9	13	0,763	0,677	1715,621	16229,775	11,634	29508,681	37,886	56,796	13278,907	26,252
2028	0	6862,484	10	14	0,741	0,657	1715,621	15852,338	11,363	28822,433	37,005	60,996	12970,095	25,642
2029	0	6862,484	11	15	0,719	0,638	1715,621	15286,183	10,957	27793,060	35,683	65,046	12506,877	24,726
2030	0	6862,484	12	16	0,698	0,619	1715,621	14908,746	10,687	27106,812	34,802	68,996	12198,065	24,116
2031	0	6862,484	13	17	0,677	0,600	1715,621	14531,310	10,416	26420,563	33,921	72,846	11889,254	23,505
2032	0	6862,484	14	18	0,657	0,583	1715,621	13965,155	10,010	25391,191	32,599	76,546	11426,036	22,589
2033	0	6862,484	15	19	0,638	0,566	1715,621	13587,718	9,740	24704,942	31,718	80,146	11117,224	21,979
2034	0	6862,484	16	20	0,619	0,549	1715,621	13210,282	9,469	24018,694	30,837	83,646	10808,412	21,368
2035	0	6862,484	17	21	0,600	0,533	1715,621	12644,127	9,063	22989,321	29,516	86,996	10345,195	20,452
2036	0	6862,484	18	22	0,583	0,517	1715,621	12455,408	8,928	22646,197	29,075	90,296	10190,789	20,147
2037	0	6862,484	19	23	0,566	0,502	1715,621	12077,972	8,657	21959,949	28,194	93,496	9881,977	19,537
2038	0	6862,484	20	24	0,549	0,487	1715,621	11700,535	8,387	21273,700	27,313	96,596	9573,165	18,926
2039	0	6862,484	21	25	0,533	0,472	1715,621	11511,817	8,252	20930,576	26,873	99,646	9418,759	18,621
2040	0	6862,484	22	26	0,517	0,458	1715,621	11134,380	7,981	20244,328	25,991	102,596	9109,948	18,010
2041	0	6862,484	23	27	0,502	0,445	1715,621	10756,944	7,711	19558,079	25,110	105,446	8801,136	17,400
2042	0	6862,484	24	28	0,487	0,432	1715,621	10379,507	7,440	18871,831	24,229	108,196	8492,324	16,789
2043	0	6862,484	25	29	0,472	0,419	1715,621	10002,070	7,169	18185,583	23,348	110,846	8183,512	16,179
2044	0	6862,484	26	30	0,458	0,407	1715,621	9624,634	6,899	17499,334	22,467	113,396	7874,700	15,568
2045	0	6862,484	27	31	0,445	0,395	1715,621	9435,916	6,764	17156,210	22,027	115,896	7720,295	15,263
2046	0	6862,484	28	32	0,432	0,383	1715,621	9247,197	6,628	16813,086	21,586	118,346	7565,889	14,958
2047	0	6862,484	29	33	0,419	0,372	1715,621	8869,761	6,358	16126,837	20,705	120,696	7257,077	14,347
2048	0	6862,484	30	34	0,407	0,361	1715,621	8681,042	6,223	15783,713	20,265	122,996	7102,671	14,042

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2049	0	6862,484	31	35	0,395	0,350	1715,621	8504,072	6,096	15461,949	19,851	124,799	6957,877	13,756
2050	0	6862,484	32	36	0,383	0,340	1715,621	8191,219	5,871	14893,126	19,121	126,970	6701,906	13,250
2051	0	6862,484	33	37	0,372	0,330	1715,621	8009,401	5,741	14562,548	18,697	129,092	6553,146	12,956
2052	0	6862,484	34	38	0,361	0,320	1715,621	7771,605	5,571	14130,190	18,142	131,151	6358,586	12,571
2053	0	6862,484	35	39	0,350	0,310	1715,621	7479,484	5,361	13599,062	17,460	133,132	6119,578	12,098
2054	0	6862,484	36	40	0,340	0,301	1715,621	7323,363	5,249	13315,205	17,095	135,073	5991,842	11,846
2055	0	6862,484	37	41	0,330	0,292	1715,621	7116,081	5,101	12938,329	16,611	136,958	5822,248	11,511
2056	0	6862,484	38	42	0,320	0,284	1715,621	6859,151	4,917	12471,183	16,012	138,775	5612,032	11,095
2057	0	6862,484	39	43	0,310	0,275	1715,621	6554,039	4,698	11916,435	15,299	140,512	5362,396	10,601
2058	0	6862,484	40	44	0,301	0,267	1715,621	6390,889	4,581	11619,797	14,919	142,205	5228,909	10,338
2059	0	6862,484	41	45	0,292	0,259	1715,621	6182,363	4,432	11240,659	14,432	143,843	5058,297	10,000
Total		6862,48						542915,87	389,16	987119,76	1267,35		444203,89	878,19

VASO 2														
AÑO	R.S.U. depositados (t/año)	R.S.U. acumulado (t) (*)	c (años) (**)	t (años) (**)	e ^{-kc}	e ^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producci ón de biogás (m³/t·año) (***)	CO₂ generado	
								(m³/año)	(t/año)	(m³/año)	(t/año)		(m³/año)	(t/año)
2019	1698,356	0	0	1	1	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2020	1691,45	1698,356	0	2	1	0,942	1698,356	10835,511	7,767	19700,930	25,294	11,600	8865,418	17,527
2021	0	3389,806	1	3	0,97	0,914	1694,903	10440,602	7,484	18982,914	24,372	11,412	8542,311	16,888
2022	0	3389,806	2	4	0,942	0,887	1694,903	10254,163	7,350	18643,933	23,937	16,912	8389,770	16,587
2023	0	3389,806	3	5	0,914	0,861	1694,903	9881,284	7,083	17965,972	23,066	22,212	8084,687	15,983
2024	0	3389,806	4	6	0,887	0,835	1694,903	9694,845	6,949	17626,991	22,631	27,412	7932,146	15,682
2025	0	3389,806	5	7	0,861	0,811	1694,903	9321,966	6,682	16949,030	21,761	32,412	7627,063	15,079
2026	0	3389,806	6	8	0,835	0,787	1694,903	8949,088	6,415	16271,069	20,890	37,212	7321,981	14,476

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2027	0	3389,806	7	9	0,811	0,763	1694,903	8949,088	6,415	16271,069	20,890	42,012	7321,981	14,476
2028	0	3389,806	8	10	0,787	0,741	1694,903	8576,209	6,147	15593,108	20,020	46,612	7016,898	13,872
2029	0	3389,806	9	11	0,763	0,719	1694,903	8203,331	5,880	14915,146	19,149	51,012	6711,816	13,269
2030	0	3389,806	10	12	0,741	0,698	1694,903	8016,891	5,747	14576,166	18,714	55,312	6559,275	12,968
2031	0	3389,806	11	13	0,719	0,677	1694,903	7830,452	5,613	14237,185	18,279	59,512	6406,733	12,666
2032	0	3389,806	12	14	0,698	0,657	1694,903	7644,013	5,479	13898,205	17,844	63,612	6254,192	12,365
2033	0	3389,806	13	15	0,677	0,638	1694,903	7271,134	5,212	13220,243	16,973	67,512	5949,110	11,761
2034	0	3389,806	14	16	0,657	0,619	1694,903	7084,695	5,078	12881,263	16,538	71,312	5796,568	11,460
2035	0	3389,806	15	17	0,638	0,6	1694,903	7084,695	5,078	12881,263	16,538	75,112	5796,568	11,460
2036	0	3389,806	16	18	0,619	0,583	1694,903	6711,816	4,811	12203,302	15,668	78,712	5491,486	10,857
2037	0	3389,806	17	19	0,6	0,566	1694,903	6338,937	4,544	11525,340	14,797	82,112	5186,403	10,254
2038	0	3389,806	18	20	0,583	0,549	1694,903	6338,937	4,544	11525,340	14,797	85,512	5186,403	10,254
2039	0	3389,806	19	21	0,566	0,533	1694,903	6152,498	4,410	11186,360	14,362	88,812	5033,862	9,952
2040	0	3389,806	20	22	0,549	0,517	1694,903	5966,059	4,276	10847,379	13,927	92,012	4881,321	9,650
2041	0	3389,806	21	23	0,533	0,502	1694,903	5779,619	4,143	10508,399	13,492	95,112	4728,779	9,349
2042	0	3389,806	22	24	0,517	0,487	1694,903	5593,180	4,009	10169,418	13,056	98,112	4576,238	9,047
2043	0	3389,806	23	25	0,502	0,472	1694,903	5593,180	4,009	10169,418	13,056	101,112	4576,238	9,047
2044	0	3389,806	24	26	0,487	0,458	1694,903	5406,741	3,876	9830,437	12,621	104,012	4423,697	8,746
2045	0	3389,806	25	27	0,472	0,445	1694,903	5033,862	3,608	9152,476	11,751	106,712	4118,614	8,143
2046	0	3389,806	26	28	0,458	0,432	1694,903	4847,423	3,475	8813,496	11,316	109,312	3966,073	7,841
2047	0	3389,806	27	29	0,445	0,419	1694,903	4847,423	3,475	8813,496	11,316	111,912	3966,073	7,841
2048	0	3389,806	28	30	0,432	0,407	1694,903	4660,983	3,341	8474,515	10,880	114,412	3813,532	7,539
2049	0	3389,806	29	31	0,419	0,395	1694,903	4474,544	3,207	8135,534	10,445	116,812	3660,990	7,238
2050	0	3389,806	30	32	0,407	0,383	1694,903	4474,544	3,207	8135,534	10,445	119,212	3660,990	7,238
2051	0	3389,806	31	33	0,395	0,372	1694,903	4288,105	3,074	7796,554	10,010	121,512	3508,449	6,936
2052	0	3389,806	32	34	0,383	0,361	1694,903	4101,665	2,940	7457,573	9,575	123,712	3355,908	6,635
2053	0	3389,806	33	35	0,372	0,350	1694,903	4034,350	2,892	7335,182	9,418	125,876	3300,832	6,526
2054	0	3389,806	34	36	0,361	0,340	1694,903	3915,117	2,806	7118,394	9,139	127,976	3203,277	6,333
2055	0	3389,806	35	37	0,350	0,330	1694,903	3799,408	2,723	6908,014	8,869	130,014	3108,606	6,146

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2056	0	3389,806	36	38	0,340	0,320	1694,903	3687,118	2,643	6703,851	8,607	131,991	3016,733	5,964
2057	0	3389,806	37	39	0,330	0,310	1694,903	3578,147	2,565	6505,722	8,353	133,910	2927,575	5,788
2058	0	3389,806	38	40	0,320	0,301	1694,903	3472,397	2,489	6313,449	8,106	135,773	2841,052	5,617
2059	0	3389,806	39	41	0,310	0,292	1694,903	3369,772	2,415	6126,859	7,866	137,580	2757,086	5,451
Total		3389,806						256.503,79	183,86	466.370,53	598,77		209.866,74	414,92

VASO 3														
AÑO	R.S.U. depositados (t/año)	R.S.U. acumulado (t) (*)	c (años) (**)	t (años) (**)	e ^{-kc}	e ^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producción de biogás (m ³ /t·año)(***)	CO ₂ generado	
								(m ³ /año)	(t/año)	(m ³ /año)	(t/año)		(m ³ /año)	(t/año)
2021	1684,544	0	0	1	1	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	1677,638	1684,544	0	2	1	0,942	1684,544	10747,391	7,704	19540,710	25,088	11,600	8793,320	17,384
2023	1670,732	3362,182	0	3	1	0,914	1681,091	15903,121	11,399	28914,765	37,123	14,412	13011,644	25,724
2024	0	5032,914	1	4	0,97	0,887	1677,638	15316,835	10,979	27848,791	35,755	15,161	12531,956	24,776
2025	0	5032,914	2	5	0,942	0,861	1677,638	14947,755	10,715	27177,736	34,893	20,561	12229,981	24,179
2026	0	5032,914	3	6	0,914	0,835	1677,638	14578,674	10,450	26506,680	34,032	25,828	11928,006	23,582
2027	0	5032,914	4	7	0,887	0,811	1677,638	14025,054	10,053	25500,098	32,739	30,894	11475,044	22,686
2028	0	5032,914	5	8	0,861	0,787	1677,638	13655,973	9,789	24829,042	31,878	35,828	11173,069	22,089
2029	0	5032,914	6	9	0,835	0,763	1677,638	13286,893	9,524	24157,987	31,016	40,628	10871,094	21,492
2030	0	5032,914	7	10	0,811	0,741	1677,638	12917,813	9,259	23486,932	30,155	45,294	10569,119	20,895
2031	0	5032,914	8	11	0,787	0,719	1677,638	12548,732	8,995	22815,877	29,293	49,828	10267,145	20,298
2032	0	5032,914	9	12	0,763	0,698	1677,638	11995,112	8,598	21809,294	28,001	54,161	9814,182	19,403
2033	0	5032,914	10	13	0,741	0,677	1677,638	11810,572	8,466	21473,766	27,570	58,428	9663,195	19,104
2034	0	5032,914	11	14	0,719	0,657	1677,638	11441,491	8,201	20802,711	26,708	62,561	9361,220	18,507
2035	0	5032,914	12	15	0,698	0,638	1677,638	11072,411	7,937	20131,656	25,847	66,561	9059,245	17,910

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2036	0	5032,914	13	16	0,677	0,619	1677,638	10703,330	7,672	19460,601	24,985	70,428	8757,270	17,313
2037	0	5032,914	14	17	0,657	0,6	1677,638	10518,790	7,540	19125,073	24,554	74,228	8606,283	17,015
2038	0	5032,914	15	18	0,638	0,583	1677,638	10149,710	7,275	18454,018	23,693	77,894	8304,308	16,418
2039	0	5032,914	16	19	0,619	0,566	1677,638	9780,630	7,011	17782,963	22,831	81,428	8002,333	15,821
2040	0	5032,914	17	20	0,600	0,549	1677,638	9411,549	6,746	17111,908	21,970	84,828	7700,358	15,224
2041	0	5032,914	18	21	0,583	0,533	1677,638	9227,009	6,614	16776,380	21,539	88,161	7549,371	14,925
2042	0	5032,914	19	22	0,566	0,517	1677,638	9042,469	6,482	16440,852	21,108	91,428	7398,384	14,627
2043	0	5032,914	20	23	0,549	0,502	1677,638	8673,388	6,217	15769,797	20,247	94,561	7096,409	14,030
2044	0	5032,914	21	24	0,533	0,487	1677,638	8488,848	6,085	15434,270	19,816	97,628	6945,421	13,731
2045	0	5032,914	22	25	0,517	0,472	1677,638	8304,308	5,953	15098,742	19,385	100,628	6794,434	13,433
2046	0	5032,914	23	26	0,502	0,458	1677,638	8119,768	5,820	14763,214	18,954	103,561	6643,446	13,134
2047	0	5032,914	24	27	0,487	0,445	1677,638	7750,688	5,556	14092,159	18,093	106,361	6341,472	12,537
2048	0	5032,914	25	28	0,472	0,432	1677,638	7381,607	5,291	13421,104	17,231	109,028	6039,497	11,940
2049	0	5032,914	26	29	0,458	0,419	1677,638	7197,067	5,159	13085,576	16,800	111,628	5888,509	11,642
2050	0	5032,914	27	30	0,445	0,407	1677,638	7012,527	5,027	12750,049	16,370	114,161	5737,522	11,343
2051	0	5032,914	28	31	0,432	0,395	1677,638	6827,987	4,894	12414,521	15,939	116,628	5586,535	11,045
2052	0	5032,914	29	32	0,419	0,383	1677,638	6643,446	4,762	12078,994	15,508	119,028	5435,547	10,746
2053	0	5032,914	30	33	0,407	0,372	1677,638	6458,906	4,630	11743,466	15,077	121,361	5284,560	10,448
2054	0	5032,914	31	34	0,395	0,361	1677,638	6274,366	4,497	11407,938	14,647	123,628	5133,572	10,149
2055	0	5032,914	32	35	0,383	0,350	1677,638	6101,314	4,373	11093,298	14,243	125,832	4991,984	9,869
2056	0	5032,914	33	36	0,372	0,340	1677,638	5979,928	4,286	10872,596	13,959	127,992	4892,668	9,673
2057	0	5032,914	34	37	0,361	0,330	1677,638	5802,135	4,159	10549,336	13,544	130,088	4747,201	9,385
2058	0	5032,914	35	38	0,350	0,320	1677,638	5558,115	3,984	10105,664	12,975	132,096	4547,549	8,991
2059	0	5032,914	36	39	0,340	0,310	1677,638	5393,848	3,866	9806,997	12,591	134,045	4413,149	8,725
Total		5032,914						371.049,56	265,97	674.635,56	866,16		303.586,01	600,19

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

VASO 4														
AÑO	R.S.U. depositado s (t/año)	R.S.U. acumula do (t) (*)	c (años) (**)	t (años) (**)	e ^{-kc}	e ^{-kt}	R (t/año)	Metano generado		Biogás total		Tasa de producci ón de biogás (m³/t·año)(***)	CO₂ generado	
								(m³/año)	(t/año)	(m³/año)	(t/año)		(t/año)	(m³/año)
2024	1663,826	0	0	1	1	0,97	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	1656,92	1663,826	0	2	1	0,942	1663,826	10615,210	7,609	19300,382	24,780	11,600	8685,172	17,171
2026	1650,014	3320,746	0	3	1	0,914	1660,373	15707,129	11,259	28558,416	36,666	14,412	12851,287	25,407
2027	1643,108	4970,76	0	4	1	0,887	1656,920	20595,516	14,763	37446,392	48,077	17,161	16850,876	33,314
2028	1636,202	6613,868	0	5	1	0,861	1653,467	25281,510	18,122	45966,383	59,016	19,848	20684,872	40,894
2029	0	8250,07	1	6	0,97	0,835	1653,467	24553,985	17,600	44643,609	57,317	21,323	20089,624	39,717
2030	0	8250,07	2	7	0,942	0,811	1653,467	23826,459	17,079	43320,835	55,619	26,574	19494,376	38,540
2031	0	8250,07	3	8	0,914	0,787	1653,467	23098,934	16,557	41998,062	53,921	31,664	18899,128	37,364
2032	0	8250,07	4	9	0,887	0,763	1653,467	22553,290	16,166	41005,982	52,647	36,635	18452,692	36,481
2033	0	8250,07	5	10	0,861	0,741	1653,467	21825,764	15,645	39683,208	50,949	41,445	17857,444	35,304
2034	0	8250,07	6	11	0,835	0,719	1653,467	21098,239	15,123	38360,434	49,251	46,095	17262,195	34,127
2035	0	8250,07	7	12	0,811	0,698	1653,467	20552,595	14,732	37368,354	47,977	50,624	16815,759	33,245
2036	0	8250,07	8	13	0,787	0,677	1653,467	20006,951	14,341	36376,274	46,703	55,033	16369,323	32,362
2037	0	8250,07	9	14	0,763	0,657	1653,467	19279,425	13,819	35053,500	45,005	59,282	15774,075	31,185
2038	0	8250,07	10	15	0,741	0,638	1653,467	18733,781	13,428	34061,420	43,731	63,411	15327,639	30,303
2039	0	8250,07	11	16	0,719	0,619	1653,467	18188,137	13,037	33069,340	42,457	67,419	14881,203	29,420
2040	0	8250,07	12	17	0,698	0,6	1653,467	17824,374	12,777	32407,953	41,608	71,347	14583,579	28,832
2041	0	8250,07	13	18	0,677	0,583	1653,467	17096,849	12,255	31085,180	39,910	75,115	13988,331	27,655
2042	0	8250,07	14	19	0,657	0,566	1653,467	16551,205	11,864	30093,099	38,636	78,763	13541,895	26,772
2043	0	8250,07	15	20	0,638	0,549	1653,467	16187,442	11,603	29431,713	37,787	82,330	13244,271	26,184
2044	0	8250,07	16	21	0,619	0,533	1653,467	15641,798	11,212	28439,632	36,513	85,777	12797,835	25,301
2045	0	8250,07	17	22	0,6	0,517	1653,467	15096,154	10,821	27447,552	35,240	89,104	12351,398	24,419

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

2046	0	8250,07	18	23	0,583	0,502	1653,467	14732,391	10,560	26786,165	34,390	92,351	12053,774	23,830
2047	0	8250,07	19	24	0,566	0,487	1653,467	14368,628	10,299	26124,779	33,541	95,518	11756,150	23,242
2048	0	8250,07	20	25	0,549	0,472	1653,467	14004,865	10,039	25463,392	32,692	98,604	11458,526	22,654
2049	0	8250,07	21	26	0,533	0,458	1653,467	13641,103	9,778	24802,005	31,843	101,611	11160,902	22,065
2050	0	8250,07	22	27	0,517	0,445	1653,467	13095,459	9,387	23809,925	30,569	104,497	10714,466	21,182
2051	0	8250,07	23	28	0,502	0,432	1653,467	12731,696	9,126	23148,538	29,720	107,302	10416,842	20,594
2052	0	8250,07	24	29	0,487	0,419	1653,467	12367,933	8,865	22487,151	28,871	110,028	10119,218	20,006
2053	0	8250,07	25	30	0,472	0,407	1653,467	11822,289	8,474	21495,071	27,597	112,634	9672,782	19,123
2054	0	8250,07	26	31	0,458	0,395	1653,467	11458,526	8,213	20833,684	26,748	115,159	9375,158	18,535
2055	0	8250,07	27	32	0,445	0,383	1653,467	11276,645	8,083	20502,991	26,324	117,644	9226,346	18,240
2056	0	8250,07	28	33	0,432	0,372	1653,467	10912,882	7,822	19841,604	25,474	120,049	8928,722	17,652
2057	0	8250,07	29	34	0,419	0,361	1653,467	10549,119	7,562	19180,217	24,625	122,374	8631,098	17,064
2058	0	8250,07	30	35	0,407	0,350	1653,467	10378,560	7,439	18870,110	24,227	124,661	8491,549	16,788
2059	0	8250,07	31	36	0,395	0,340	1653,467	10077,042	7,223	18321,894	23,523	126,882	8244,852	16,300
Total		8250,07						575.731,89	412,69	1046785,25	1.343,96		471053,36	931,27

(*) Al inicio del año, los que van a generar biogás al final de ese año.

(**) Al final de cada año

(***) Son los m³ de biogás generados por cada tonelada acumulada en el vertedero desde el inicio del vertido. Se estima que cada tonelada de R.S.U. generará 200 m³ de biogás hasta la degradación completa de la materia orgánica.

El metano y el biogás total generados por todos los vasos hasta el año 2059 son:

1.746.201,11 m³ de metano

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

3.174.911,10 m³ de biogás

El Metano total valorizado y el CO₂ equivalente valorizado hasta el año 2059 son: (ver punto 3 Recuperación del biogás)

Metano total valorizado (t)	1.187,95 (1.657,302,493 m ³ STP)
CO ₂ equivalente valorizado (t)	24.947, 042 t

Los resultados obtenidos muestran un incremento en la generación de biogás sostenido durante los primeros años de vertedero. Al inicio, año cero de funcionamiento, no se genera biogás, por considerarse que los procesos anaerobios no han alcanzado la fase de metanogénesis. A continuación, la producción de metano declina una vez terminada la aceptación de R.S.U. debido a la ausencia de nueva materia orgánica y a la descomposición de la materia orgánica anteriormente depositada. El R.S.U. depositado en un año no se contabiliza para la producción de biogás de ese año, sino del siguiente, por considerarse que los procesos anaerobios no han alcanzado la fase de metanogénesis.

3. RECUPERACIÓN DE BIOGÁS

Es imposible recuperar todo el biogás que se genera en el vertedero, principalmente porque en el período donde se genera mayor cantidad de biogás por tonelada de R.S.U. es el comprendido entre los 4 y 15 años después de depositar el R.S.U. en el vertedero, y éste coincide con el período de explotación del relleno, es decir, aún no ha sido sellado, y el biogás migra a través de los residuos y se desplaza a la atmósfera, perdiéndose por tanto una importante cantidad del mismo hasta que el vertedero alcanza su máxima capacidad y se sella, momento a partir del cual se retiene el biogás generado en su interior y se extrae controladamente bien para ser quemado en antorcha o bien su uso como combustible de motores para producir electricidad.

En un vertedero con una relación volumen/superficie expuesta aproximada de 10 – 15 se perderá aproximadamente del 30 al 35 % del biogás generado a través de la superficie del vertedero hacia la atmósfera.

Por otro lado, a partir de cierto caudal de metano producido al año, no resulta rentable extraerlo para su aprovechamiento, por lo que la extracción tendrá como único objetivo quemar el metano para reducir el impacto al medio ambiente como Gas de Efecto Invernadero. También se llegará a un punto en que no se pueda extraer el biogás ni siquiera para su combustión y dicho biogás escapará libremente a la atmósfera después de abandonar la extracción controlada. En este trabajo se va a considerar que este punto se alcanza a partir del año 30 después de la clausura del vertedero.

La tasa de recuperación media de biogás para un vertedero oscila entre el 40 – 70%.

En los vertederos objeto de este proyecto se tiene:

La Colilla:

Por la relación volumen/superficie expuesta del vaso de vertido se perderá el 35% del biogás generado a través de la superficie del residuo. En este vertedero el vertido se llevará a cabo en dos fases.

El biogás generado durante la etapa de explotación de cada vaso es:

Nº de Vaso	Biogás		Metano	
	m ³	t	m ³	T
1	88.499,904	113,624	48.674,947	34,890
2	19.700,930	25,294	10.835,511	7,767
3	48.455,475	62,211	26.650,512	19,103
4	131.271,573	168,539	71.199,365	51,573
Total	287.927,882	369,668	157.360,335	113,333

Teniendo en cuenta la pérdida del 35% del biogás generado durante la explotación, se tiene:

$287.927,882 \cdot 0,35 = 100.774,759 \text{ m}^3$ de biogás expulsado a la atmósfera durante la explotación de los vasos (187.153,123 m³ recuperados)

$157.360,335 \cdot 0,35 = 55.076,117 \text{ m}^3$ de metano expulsado a la atmósfera durante la explotación de los vasos (102.284,218 m³ recuperados)

El biogás y metano total generados hasta 30 años después de la clausura (año 2059) es:

3.174.911,10 m³ de biogás

1.746.201,11 m³ de metano

Con lo cual sólo se pierde: $100.774,759 / 3.174.911,10 = 0,0317$

Considerando que a partir de la clausura de cada vaso no migra a la atmósfera nada del biogás generado, se pierde un 3,17% del metano del biogás y del metano generados totales hasta el año 2059.

Se recupera un 96,83% del total generado hasta el año 30 después de la clausura del último vaso (año 2059).

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

Por lo tanto, el metano total valorizado es:

$1.746.201,11 \text{ m}^3 - 55.076,117 \text{ m}^3 = 1.691.124,993 \text{ m}^3$ de metano se valorizan (se extraen para quemar en antorcha o motor) desde el inicio de los vertidos hasta el año 2059. Si la densidad del metano es $0,0007168 \text{ t/m}^3$, y la combustión tiene una eficiencia del 98%, se valorizarán:

$1.691.124,993 \cdot 0,98 = 1.657,302,493 \text{ m}^3$ de metano se queman

$1.657,302,493 \text{ m}^3 \cdot 0,0007168 \text{ t/m}^3 = 1.187,95 \text{ t}$ de metano se queman

Potencial de Calentamiento Global del metano = 21

$1.187,95 \text{ t} \cdot 21 = 24.947,042 \text{ t equivalentes de CO}_2$

Considerando las emisiones medias de vehículos nuevos en el año 2015 ($130 \text{ g CO}_2/\text{km}$), tiene un equivalente:

$191.900.323,1 \text{ km recorridos}$

Teniendo en cuenta que un coche realiza unos 20.000 km/año :

$191.900.323,1 / 20.000 = 9.595,016$ coches circulando un año

Gemuño:

Por la relación volumen/superficie expuesta del vaso de vertido se perderá el 35% del biogás generado a través de la superficie del residuo. En este vertedero el vertido se llevará a cabo en dos fases.

En la primera fase de vertido se depositan aproximadamente el 45% del total de capacidad del vertedero: $21.899,072$

$21.899,072 / 48.775,29 = 0,449$

Esta primera fase de vertido se completará en 13 años.

Cuando el volumen de esta primera fase de vertido se ha completado, se sella con una capa de arcilla de $0,5 \text{ m}$ y PEAD de $1,5 \text{ mm}$ sellado térmicamente.

El biogás generado durante la etapa de explotación de cada fase es:

Fase	Biogás		Metano	
	m ³	t	m ³	T
1	805.031,623	1.033,572	442.767,392	317,376
2	1.234.926,129	1.585,509	679.209,372	486,858
Total	2.039.957,752	2.619,081	1.121.976,764	804,234

(No se contabiliza el biogás generado en el año 14 por los residuos depositados en el año 13 en la fase 1, ni el generado por los depositados en el año 30 en la fase 2, pues se considera que el primer año de depositarlos no generan biogás).

Si migra a la atmósfera un 35% de biogás generado, durante la explotación de la fase 1 se pierden:

$$442.767,392 \cdot 0,35 = \mathbf{154.968,587 \text{ m}^3 \text{ de metano}}$$

$$805.031,623 \cdot 0,35 = \mathbf{281.761,068 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

A partir del año 13 se sella la primera fase y se considera que todo el biogás generado por los residuos de esta fase es retenido y aprovechado para producir electricidad o para ser quemado en antorcha.

Si migra a la atmósfera un 35% de biogás generado, durante la explotación de la fase 2 se pierden:

$$679.209,372 \cdot 0,35 = \mathbf{237.723,280 \text{ m}^3 \text{ de metano}}$$

$$1.234.926,129 \cdot 0,35 = \mathbf{432.222,145 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

Luego de este modo se van a la atmósfera en total:

$$\mathbf{154.968,587 + 237.723,280 = 392.691,867 \text{ m}^3 \text{ de metano}}$$

$$\mathbf{281.761,068 + 432.222,145 = 713.983,213 \text{ m}^3 \text{ de biogás}}$$

De otro modo, sellando todo el volumen de residuos al fin de los 30 años de vida útil del vertedero (en el año 2045), migrarían a la atmósfera:

Metano generado desde el inicio de la explotación hasta la clausura en el año 2045:

$$1.942.097,958 \text{ m}^3$$

Biogás generado desde el inicio de explotación hasta el año 2045:

$$3.531.087,196 \text{ m}^3$$

$$1.942.097,958 \cdot 0,35 = 679.734,285 \text{ m}^3 \text{ de metano migran a la atmósfera}$$

$$3.531.087,196 \cdot 0,35 = 1.235.880,519 \text{ m}^3 \text{ de biogás migran a la atmósfera}$$

La diferencia del biogás y metano migrados son:

$$679.734,285 - 392.691,867 = 287.042,418 \text{ m}^3 \text{ de metano}$$

$$1.235.880,519 - 713.983,213 = 521.897,306 \text{ m}^3 \text{ de biogás}$$

$$287.042,418 / 679.734,285 = 0,422$$

Es decir, conseguimos que migre un 57,8% menos del biogás (57,8% menos del metano) durante la explotación del vertedero.

El biogás y metano total generados desde el inicio hasta 30 años después de la clausura (año 2075) es:

Fase	Biogás		Metano	
	m ³	t	m ³	T
1	3.531.971,45	4.534,659	1.942.584,30	1.392,447
2	3.746.092,80	4.809,573	2.060.351,042	1.476,858
Total	7.278.064,25	9.344,232	4.002.935,052	2.869,305

Por tanto, en este caso migra durante la explotación del total generado un:

$$\frac{392.691,867}{1.942.097,958} = 0,2022; \text{ es decir un } 20,22\%$$

Obviamente el porcentaje de biogás que emigra a la atmósfera también es 20,22%

A partir de la clausura del vertedero se iniciará la extracción del biogás, se va a considerar que el 100% del biogás generado desde la clausura del vertedero hasta el cese de la extracción es recuperado.

$$\text{Con lo cual sólo se pierde: } 392.691,867 / 4.002.935,052 = 0,0981$$

Considerando que a partir de la clausura de cada vaso no migra a la atmósfera nada del biogás generado, se pierde un 9,81% del metano y del biogás generados hasta el año 2075

Se recupera un 90,18% del total generado hasta el año 2075.

Se llegará al cese de la extracción en el año 30 después de la clausura del vertedero.

Por lo tanto, el metano total valorizado es:

$4.002.935,052 \text{ m}^3 - 392.691,867 \text{ m}^3 = 3.610.316,22 \text{ m}^3$ de metano se valorizan (se extraen para quemar en antorcha o motor) desde el inicio de los vertidos hasta el año 2075. Si la densidad del metano es $0,0007168 \text{ t/m}^3$, y la combustión tiene una eficiencia del 98%, se valorizarán:

$3.610.316,22 \cdot 0,98 = 3.538.109,896 \text{ m}^3$ de metano se queman

$3.538.109,896 \text{ m}^3 \cdot 0,0007168 \text{ t/m}^3 = 2.536,117 \text{ t}$ de metano se queman

Potencial de Calentamiento Global del metano = 21

$2.536,117 \text{ t} \cdot 21 = 53.258,461 \text{ t}$ equivalentes de CO_2

Considerando las emisiones medias de vehículos nuevos en el año 2015 ($130 \text{ g CO}_2/\text{km}$), tiene un equivalente:

$409.680.469,2 \text{ km}$ recorridos

Teniendo en cuenta que un coche realiza unos 20.000 km/año :

$409.680.469,2 / 20.000 = 20.484,023$ coches circulando un año

4. SISTEMA DE CAPTACIÓN Y TRATAMIENTO DEL BIOGÁS

Sistema de Captación

Una vez generado el biogás, su extracción se lleva a cabo mediante sistemas de desgasificación que se componen de tres elementos principales:

- a) Sistema de captación de gases
- b) Conducción y control

c) Transporte

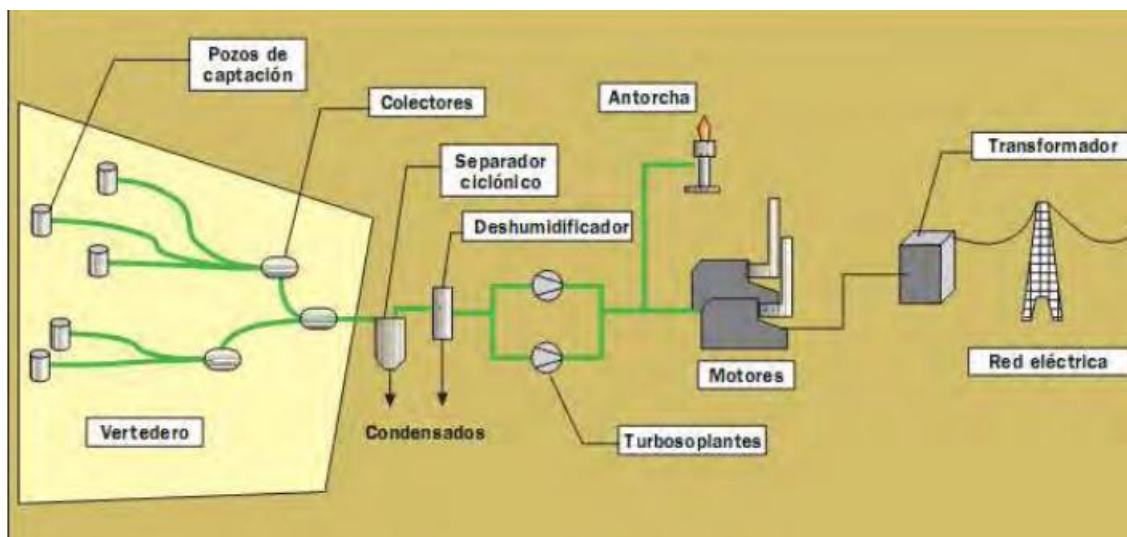


Fig. 3 – Gráfico Planta de extracción tratamiento y aprovechamiento energético de biogás en vertedero.

a) Sistema de captación de gases

La captación de gases se realiza mediante una red de pozos verticales distribuidos por la superficie del vertedero. El radio de influencia de los pozos se calcula teóricamente mediante una fórmula que tienen en cuenta varios parámetros del vertedero. Aunque el espaciado entre pozos es variable se considera habitual un radio de influencia de 25 metros.

Los pozos se realizarán mediante recrecimiento vertical de tuberías de PEAD termosoldadas y ranuras, con campana y empaque de grava silíceo (la grava caliza sería disuelta por el conjunto biogás – condensados – lixiviados) entre tubería y campana, dejando un metro de parte ciega en la parte más alta dentro del sondeo. En los últimos metros donde la tubería es ciega y para evitar la entrada de oxígeno al pozo se rellena con material aislante incluyendo algún tipo de material de separación entre ambas capas como puede ser una junta de plástico, caucho, etc. con el objetivo de impedir entrada de oxígeno a los conductos de transporte de biogás.

El sistema de extracción de biogás está compuesto por soplantes que son las encargadas de generar una pequeña depresión para poder extraer el biogás de los pozos. Las soplantes tienen la misión de mantener constante la presión en el circuito.

b) Conducción y control

Una vez captado el gas hay que trasladarlo desde la superficie de los pozos hasta los colectores. Para ello, se disponen una serie de tuberías habitualmente de polietileno. En este tramo se ubican las válvulas de medición y control de los caudales aportados por cada pozo con el objetivo de mantener constante el porcentaje de metano en el biogás que llega a la combustión controlando los niveles de oxígeno presentes en el gas mediante la presión de la aspiración, de modo que no exista la posibilidad de que la mezcla metano-oxígeno se vuelva explosiva. Lo conveniente es que estas tuberías se encuentren en la superficie (no enterradas) de modo que cualquier trabajo de mantenimiento sobre ellas sea sencillo: extracción de condensados, conservación de pendientes en los tendidos, etc. La conducción y el control de los gases hasta los colectores principales, es quizás el punto que más diferencia las técnicas de desgasificación.



Fig.4 - Sistema de pozos y colectores para extracción de biogás en vertedero.

A escala comercial existen dos métodos de control de biogás: Automático y Manual.

El primero consiste en dotar al sistema de analizadores de metano y oxígeno, caudalímetros y tomas de presión que de forma automática envían los datos a un autómatas central que reacciona regulando de una forma u otra las válvulas instaladas.

El sistema manual, se basa en la instalación en cada pozo de válvulas de regulación y puntos de toma de muestras manuales, de modo que un operario, una o dos veces por semana compruebe el estado de todos los pozos y en consecuencia regule las válvulas. El sistema manual, aunque parezca muy precario, resulta bastante adecuado ya que las variaciones de caudal y presión en los pozos se producen de forma lenta y progresiva. En este sentido son fácilmente detectables en un seguimiento continuo por lo que no es preciso instalar un sistema automático que tiene un coste elevado de montaje y mantenimiento.

Gasómetro y Antorcha:

El caudal de salida del biogás de los sondeos no es constante, sin embargo debe serlo en el aporte a los motores que generan energía. Para corregir esta situación se dispone del gasómetro cuya función es mantener constante la presión de salida del biogás que alimentará al sistema de gases que van hacia los motores. Son esferas concéntricas de material voluble, en la esfera interna se almacena biogás y en la externa aire. La presión del aire entre la interna y la externa debe mantenerse en un valor prefijado. Cuando la aportación de biogás disminuye se bombea aire en la esfera externa para aumentar la presión ejercida sobre la interna que disminuirá su volumen logrando mantener así su presión constante e igual al valor prefijado. Cuando la aportación del biogás aumenta, el aire sale de la esfera externa por una válvula de presión. Cuando esto sucede y el biogás producido excede la capacidad de la planta de generación de electricidad se destina parte del mismo a una antorcha en la que se quema.

La antorcha también se utiliza cuando el gas no es de buena calidad quemándose hasta que alcance una riqueza suficiente para su uso en los motores, o bien cuando se produzca una parada, emergencia o avería en la instalación de generación.

c) Transporte

Por último el transporte de gases hasta la estación de aspiración se realiza mediante colectores de mayor diámetro a los que se conectan los ramales de conducción. En cualquier caso no existe ningún método ni normativa que regule el diseño de estas instalaciones, por lo que es fácil encontrar diseños muy diferentes.

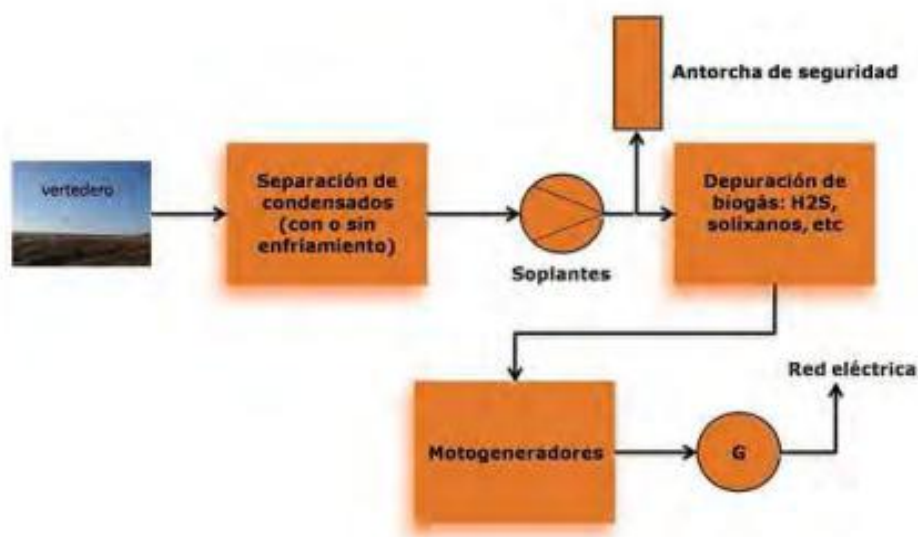


Fig. 5 - Esquema de funcionamiento de una planta de producción de energía eléctrica.

Tratamiento del biogás

En el biogás se detecta la presencia de concentraciones significativas de ácido sulfhídrico H_2S y siloxanos, que influyen en los posteriores sistemas de aprovechamiento energético del biogás.

Ácido Sulfhídrico

Éste, habitual en el biogás en concentraciones de 200 a 4000 ppm, es un compuesto nocivo ya que ataca los elementos metálicos de toda la planta teniendo una mayor influencia en los puntos de mayor temperatura. Por tanto, se han desarrollado métodos para su eliminación: Métodos tradicionales y Métodos biotecnológicos.

Los métodos tradicionales, son los físico-químicos: separación con membrana, adsorción, absorción, etc. Estos métodos son eficientes aunque caros, y presentan el

inconveniente de que pueden formar contaminantes secundarios que deben ser tratados o eliminados.

Últimamente, los métodos biotecnológicos han experimentado un gran desarrollo debido a su eficiencia, bajo coste de inversión, menor requerimiento de energía, y a que no producen contaminantes secundarios.

Siloxanos y otros compuestos de silicio

Éstos pueden formar cristalizaciones que son especialmente peligrosas en las cámaras de combustión de los grupos generadores. Una forma de eliminarlos es utilizando carbón activo, debiendo instalar normalmente con esta unidad un sistema de deshumidificación para reducir el contenido de agua en el biogás. Aplicado en vertederos, este sistema puede contribuir a la optimización del aprovechamiento energético del biogás.

DEPURACIÓN DEL BIOGÁS

El biogás está formado por metano, dióxido de carbono e impurezas en pequeñas proporciones que se detallan a continuación.

SUSTANCIAS CONTAMINANTES EN EL BIOGÁS Y SUS EFECTOS	
Sustancia	Efecto
H ₂ S	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión • Toxicidad • Formación de ácido sulfúrico
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de condensados • Formación de soluciones ácidas
CO ₂	Reducción de poder calorífico
Partículas	Decantación, obturación
NH ₃	Formación de óxidos de nitrógeno durante la combustión

Tabla 1. Sustancias contaminantes en el biogás y sus efectos

Dependiendo del uso final del biogás es necesaria una depuración más o menos exhaustiva como se muestra a continuación.

NIVEL DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS SEGÚN SU USO FINAL			
Usos del Biogás	Eliminación de Agua	Eliminación de CO ₂	Eliminación de Sulfura de Hidrógeno
Producción térmica en caldera	Parcial	No	No/Parcial/ Elevado
Producción eléctrica y térmica en motores de congeneración	Parcial/Elevado	No/Parcial/Elevado	Parcial/Elevado
Combustibles para vehículos	Elevado	Elevado	Elevado
Red de gas natural	Elevado	Elevado	Elevado
Pilas de combustible	Elevado	Elevado	Elevado

Tabla 2. Depuración del biogás según su uso

Dependiendo del uso, el biogás debe estar más “refinado”, el grado de depuración afectará al coste del aprovechamiento energético del biogás y por tanto, determinará su rentabilidad.

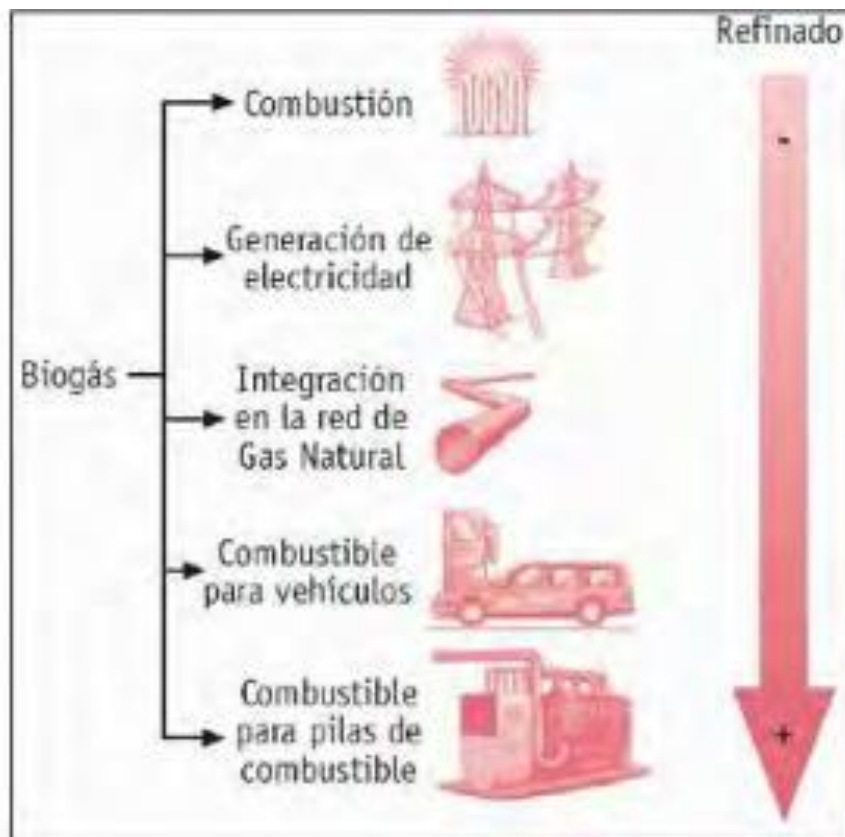


Fig. 6 – Diferentes usos del biogás

MÉTODOS DE DEPURACIÓN

1. DESULFURACIÓN

La desulfuración es el proceso de depuración más habitual. Existen dos tipos de desulfuración.

Microaerofílica

Consiste en la inyección de pequeñas cantidades de aire en el espacio de cabeza del digestor donde se forman unas bacterias sulfooxidantes, que degradan el H_2S , dando lugar a azufre elemental.

Desulfuración Biológica Externa.

Se hace pasar el biogás a través de un biofiltro con relleno plástico sobre el que se adhieren las bacterias desulfurantes, también se elimina NH_3

2. DESHUMIDIFICACIÓN

Es un proceso de reducción del agua presente en el biogás por condensación. En gas, pas a través de unos tubos refrigerantes que condensan el agua. Existen otros métodos menos habituales, como el filtrado del gas, el enfriamiento con agua a temperatura de 4 °C, etc.

3. ELIMICACIÓN DE CO₂

Los métodos posibles de eliminación de CO₂ del biogás, ordenados en orden creciente de coste y eficiencia, son:

- Lavado con agua del CO₂
- Lavado con disolventes orgánicos
- Filtración en carbón activo (el gas circula por el carbón activo donde se retiene el CO₂)
- Separación por membranas
- Separación criogénica de las materias según el punto de ebullición (actualmente en desarrollo)

4. ELIMICACIÓN DE PARTÍCULAS

Todas las plantas de biogás deben estar equipadas con algún tipo de filtro para eliminar las partículas.

5. APLICACIONES DEL BIOGÁS



Fig. 7 – Diferentes usos del biogás

Quema del biogás

Según lo dispuesto en el R.D. 1481/2001, cuando la concentración de metano o el caudal no son suficientes para su aprovechamiento energético, se deberá quemar.

La secuencia es:

Extracción de biogás >> Inyección de biogás en el quemador >> Quema de biogás en la antorcha.

Ventajas:

- No hay límite mínimo de caudal.
- Se pueden quemar concentraciones de metano menores al 30%.

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

- Poca purificación del biogás

Inconvenientes:

- No hay ingresos por generación de energía eléctrica ni se produce energía térmica aprovechable.
- Elevado coste de inversión y mantenimiento sin ningún beneficio económico.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN VERTEDEROS	
SISTEMA	CAPTACIÓN DE BIOGÁS Y COMBUSTIÓN
ANÁLISIS DAFO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Sin aprovechamiento de un recurso energético	Costes por el mantenimiento de la instalación sin obtención de beneficios económicos
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Reducción de las emisiones de GEI, riesgos ambientales y malos olores	Reducción adicional de la emisión de gases de efecto invernadero
Bajo coste de instalación	Aprovechamiento del calor generado en la antorcha
Apropiado para vertederos pequeños con poca generación de biogás	
CONCLUSIONES:	
Referentes a los siguientes aspectos: Potencialidades: posibilidad de aprovechamiento energético de la llama, contribuyendo a la reducción de las emisiones GEI. Limitaciones: rendimiento económico negativo del vertedero por la inutilización del recurso y por el coste del sistema de desgasificación y la antorcha Riesgos: posible necesidad de financiación externa permanente del vertedero al no existir beneficios económicos Desafíos: desarrollo de un proceso mediante el que se aproveche el calor generado en la antorcha	

Generación de energía térmica

Útil para pequeños caudales cuando no es posible generar energía eléctrica.

El biogás, al que previamente se le ha eliminado el agua, se inyecta en la caldera para generar calor.

Las calderas convencionales de gas pueden ajustarse para funcionar con biogás modificando el ratio aire/gas. Se recomienda reducir los valores de H_2S por debajo de 1000 ppm y mantener el punto de rocío a 150°C. La aplicación más habitual de la energía térmica es para la evaporación del agua contenida en los lixiviados, obteniendo como resultado una concentración de sales y otros contaminantes que pueden ser devueltos al relleno para su contención. Hasta un 97% del agua contenida puede ser extraída con este método y el vapor es normalmente descargado a la atmósfera. Se requiere un control cuidadoso de la temperatura de evaporación para minimizar la evaporación de contaminantes junto con el vapor de agua.

En España hay cuatro casos

Ventajas:

- Poco caudal
- Poca purificación del biogás
- Generación del calor aprovechable en la propia planta
- Posibilidad de utilizar calderas convencionales con pocas modificaciones

Inconvenientes:

- Método menos eficiente que la cogeneración
- Escaso beneficio económico.
- Elevada inversión en equipos.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN VERTEDEROS	
SISTEMA	CAPTACIÓN DE BIOGÁS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA
ANÁLISIS DAFO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Elevado coste económico de los equipos	Baja rentabilidad económica de la instalación
Menos eficiente que otros sistemas de aprovechamiento	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Fuente de energía renovable	Suministro de energía a otras instalaciones industriales o zonas residenciales cercanas
Procesos de purificación de biogás poco exigentes (en general)	
Reducción de las emisiones de GEI, riesgos ambientales y malos olores	
Utilización del recurso en la propia planta para otros procesos o para calefacción y agua caliente sanitaria	
CONCLUSIONES:	
Referentes a los siguientes aspectos: Potencialidades: fuente de energía renovable para el autoabastecimiento de la propia planta o para industrias cercanas. Limitaciones: pérdida energética con la distancia y posible necesidad de financiación externa (al menos parcialmente) Riesgos: baja rentabilidad económica de la planta Desafíos: conseguir el abastecimiento energético de la planta de tratamiento y de industrias y poblaciones cercanas.	

Generación de energía eléctrica

Motores de combustión

El biogás puede utilizarse como combustible en motores de combustión interna, diesel y gasolina (estos últimos con ligeras modificaciones), a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica. El proceso es:

Separación de condensados >> Eliminación de H₂S, siloxanos, etc. >> Inyección de biogás en el motor o turbina >> Generación de energía eléctrica mediante su combustión.

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

Durante el transporte a la planta el biogás se enfría, por lo que se debe eliminar el agua condensada utilizando un colector de condensados de gas. Posteriormente se depura el gas.

Ventajas:

- Gran gama comercial de equipos
- Instalaciones transportables y modulares
- Facilidad de vertido de energía a la red
- Posibilidad de aprovechamiento térmico (gases de escape a 500 °C y agua caliente a 90 °C)

Inconvenientes:

- Concentración mínima de metano del 40%
- Muy sensible a elementos corrosivos
- Coste de mantenimiento elevado

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN VERTEDEROS	
SISTEMA	CAPTACIÓN DE BIOGÁS Y GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
ANÁLISIS DAFO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
Necesidad de un mínimo de caudal de biogás con una determinada composición	Ausencia de regulación a largo plazo de las tarifas aplicadas a las energías renovables
Limitado rendimiento de los equipos	Posible necesidad de financiación externa
Coste elevado de los equipos y de su mantenimiento	
Necesidad de conexión a la red eléctrica próxima al punto de generación	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Fuente de energía renovable	Mejorar la viabilidad del proyecto por la venta de la electricidad
Reducción de las emisiones de GEI, riesgos ambientales y malos olores	
CONCLUSIONES:	
Referentes a los siguientes aspectos:	
Potencialidades: viabilidad económica del proyecto debida a la posibilidad de venta de	

la electricidad

Limitaciones: necesidad de una composición determinada de biogás para la utilización de equipos, que a su vez poseen un coste elevado en comparación con el rendimiento ofrecido.

Riesgos: cambios de la tarifa eléctrica en el futuro

Desafíos: mejorar los equipos para utilizarlo con una composición de biogás menos exigentes

Turbinas

Las turbinas normales trabajan con potencias superiores, de 500 Kw a 30 MW, por lo que no se utilizan habitualmente en sistemas de aprovechamiento energético del biogás.

Microturbinas

Similares a las turbinas de gas convencionales pero de tamaño muy reducido. Las microturbinas son sistemas de cogeneración (electricidad + calor) adecuadas para pequeñas potencias de 30 a 200 kW que pueden utilizar biogás como combustible. Las microturbinas pueden trabajar con contenido en metano del 35% (menor que los motores), tienen mayor tolerancia al H_2S , son menos contaminantes y requieren menos mantenimiento que los motores. Como inconvenientes el rendimiento eléctrico es menor, 15 – 33 %. (83% con aprovechamiento de gases de escape)

Por ello, son una buena alternativa para generar electricidad con biogás en vertederos pequeños o en aquellos que se encuentran al principio o al final de su vida útil.

A diferencia de los motores, las turbinas precisan de una presión de biogás de entre 3 y 5 bar suficiente para ser inyectado a la cámara de combustión.

Ventajas:

- Tolerancia elevada a presencia de ácido sulfhídrico
- Modularidad y reducidas emisiones atmosféricas
- Menos partes móviles que los motores y menor coste de mantenimiento

Inconvenientes:

- Contenido mínimo en CH_4 del 35%

- Rendimiento inferior que los motores
- Inversiones específicas grandes por su pequeño tamaño.

6. ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA

EQUIVALENCIAS ENERGÉTICAS	
1 m ³ biogás 70% CH ₄ + 30% CO ₂ 6.000 Kcal	0,8 l gasolina
	0,6 m ³ gas natural
	6,8 KWh electricidad
	1,5 Kg madera
	0,71 l fuel-oil
	0,3 Kg carbón
	1,2 l alcohol combustible

Tabla 3. Equivalencias energéticas del biogás

La máxima cantidad de biogás generada en un año en cada uno de los vertederos es:

La Colilla

El valor máximo de producción de biogás es 111.509,8 m³/año en el 2029.

Luego el caudal horario medio para ese año será:

$$(111.509,8 \text{ m}^3/\text{año}) / [(365 \text{ días/año}) \cdot (24 \text{ h/día})] = 12,73 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Gemuño

El valor máximo de producción de biogás es 191.775,958 m³/año en el 2044.

Luego el caudal horario medio para ese año será:

$$(191.775,958 \text{ m}^3/\text{año}) / [(365 \text{ días/año}) \cdot (24 \text{ h/día})] = 21,89 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para el cálculo de la rentabilidad o análisis financiero de plantas de biogás es de vital importancia la determinación del grado de eficiencia de las unidades de generación de energía eléctrica.

Grado de eficiencia de las unidades de generación

- Grado de eficiencia del motor

Es la relación entre la energía mecánica que genera el motor y el contenido de energía del combustible que se utiliza. En motores de combustión interna Otto y motores de ignición es en torno al 45%.

- Grado de eficiencia del generador

En el generador se transforma la energía mecánica del motor en energía eléctrica. El grado de eficiencia eléctrica de generadores está en torno al 90 – 97%.

- Grado de eficiencia eléctrica

Se obtiene por la multiplicación del grado de eficiencia del motor por el grado de eficiencia del generador.

- Grado de eficiencia térmica

Siempre es mayor que el grado de eficiencia eléctrica, y depende del tipo de motor y construcción.

- Grado de eficiencia total de la unidad de generación

Se calcula como la suma de la eficiencia eléctrica y térmica.

Teniendo en cuenta los rendimientos medios de un motor y una microturbina se tiene:

Motor de combustión interna alternativo rendimiento eléctrico 35 – 40% y rendimiento térmico entre el 30 - 40%.

Microturbinas rendimiento eléctrico 15 – 33% y rendimiento térmico 50 – 68%.

1 m³ de biogás con un 55% de metano contiene 4.715 Kcal de energía.

Considerando los caudales máximos de ambos vertederos:

La Colilla

$$12,73 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 4.715 \text{ Kcal}/\text{m}^3 = 60.019,26 \text{ Kcal}/\text{h}$$

Sabiendo que 1 cal = 4,187 Julios se tiene:

$$60.019,26 \cdot 10^3 \text{ cal}/\text{h} \cdot 4,187 \text{ J}/\text{cal} = 251.300.636,6 \text{ J}/\text{h}$$

$251.300.636,6 \text{ J}/\text{h} \cdot 1 \text{ h}/3600 \text{ s} = 69.805,73 \text{ J}/\text{s} = 69,81 \text{ Kw}$ (Potencia que relaciona el caudal de biogás que se genera en el año en m³/h y la energía contenida en 1 m³ de biogás)

La energía eléctrica que se produciría en ese año es:

- Usando motor de combustión interna alternativo, rendimiento eléctrico = 40%

$$69,81 \text{ Kw} \cdot 0,40 = 27,92 \text{ Kw}$$

Debido a su relativamente alto mantenimiento, los MCIA trabajan en torno a unas 7.500 h/año, por lo tanto la energía eléctrica producida por el motor en este año sería:

$$27,92 \text{ Kw} \cdot 7.500 \text{ h} = 209.400 \text{ KWh} = 209,4 \text{ MWh}$$

- Usando microturbinas, rendimiento eléctrico = 25%

$$69,81 \text{ KW} \cdot 0,25 = 17,45 \text{ Kw}$$

Debido a su menor mantenimiento, las Microturbinas trabajan en torno a unas 8.250 h/año, por lo tanto la energía eléctrica producida por el motor en este año sería:

$$17,45 \text{ Kw} \cdot 8.250 \text{ h} = 143.983,12 \text{ KWh} = 143,98 \text{ MWh}$$

Gemuño

$$21,89 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 4.715 \text{ Kcal}/\text{m}^3 = 103.211,35 \text{ Kcal}/\text{h}$$

Sabiendo que $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ Julios}$ se tiene:

$$103.211,35 \cdot 10^3 \text{ cal}/\text{h} \cdot 4,187 \text{ J}/\text{cal} = 432.145.922,5 \text{ J}/\text{h}$$

$$432.145.922,5 \text{ J}/\text{h} \cdot 1 \text{ h}/3600 \text{ s} = 120.040,534 \text{ J}/\text{s} = 120,04 \text{ Kw}$$

La energía eléctrica que se produciría en ese año es:

- Usando motor de combustión interna alternativo, rendimiento eléctrico = 40%

$$120,04 \text{ Kw} \cdot 0,40 = 48,02 \text{ Kw}$$

Debido a su relativamente alto mantenimiento, los MCIA trabajan en torno a unas 7.500 h/año, por lo tanto la energía eléctrica producida por el motor en este año sería:

$$48,02 \text{ Kw} \cdot 7.500 \text{ h} = 360.120 \text{ KWh} = 360,12 \text{ MWh}$$

- Usando microturbinas, rendimiento eléctrico = 25%

$$120,04 \text{ KW} \cdot 0,25 = 30,01 \text{ Kw}$$

Debido a su menor mantenimiento, las Microturbinas trabajan en torno a unas 8.250 h/año, por lo tanto la energía eléctrica producida por el motor en este año sería:

$$30,01 \text{ Kw} \cdot 8.250 \text{ h} = 247.582,2 \text{ KWh} = 247,58 \text{ MWh}$$

7. ESTUDIO ECONÓMICO

El reglamento que establece y regula los ingresos por la venta de la electricidad generada con biogás es el R.D. 661/2007: Subgrupo b.7.1. Biogás obtenido por recuperación directa mediante pozos de captación de las celdas de almacenamiento de vertederos. En éste, se establecen las modalidades para su venta.

MODALIDADES PRINCIPALES PARA LA VENTA DE ELECTRICIDAD

- Opción de venta 24.1.a) Precio constante de remuneración de la venta de la electricidad denominado “Opción tarifa”.
- Opción de venta 24.1.b) Precio variable llamado “Opción Mercado”.

En ambos, la prima va en función del período de funcionamiento a partir de la puesta en servicio. Es obligatorio mantener la opción elegida al menos 12 meses.

Es necesario gestionar el alta como productor de régimen especial.

La experiencia nos dice que con la tecnología actual y el precio de venta de la electricidad en España, el aprovechamiento energético de biogás de vertedero para producir electricidad con motores de cogeneración resulta interesante económicamente a partir de un volumen de capacidad de 200 – 250 t/día durante al menos 10 años, pues la rentabilidad de los proyectos se estima viable en proyectos de generación de energía eléctrica cuando se utilizan motores superiores a 400 kWe de potencia (aproximadamente 240 m³/hora) y cuando la distancia al punto de enganche de electricidad no supera los 5 km. El período de recuperación de la inversión suele ser inferior a 5 años, con motores de menor potencia el período de recuperación sería superior a 5 años y no resultaría rentable pues el caudal de biogás decrece sustancialmente con el tiempo.

A continuación se incluyen el estudio de viabilidad económica del aprovechamiento energético del biogás de las dos propuestas de proyecto. En ambas sólo se contempla la instalación de una microturbina de 30 Kw de potencia eléctrica pues para los caudales de biogás que se tienen en este proyecto resulta más interesante que el empleo de un motor de cogeneración pequeño (desde 45 Kwe) pues estos motores tienen un rendimiento similar a las microturbinas, alrededor del 30 %, y además tienen un mayor coste de mantenimiento por tener un mayor número de partes móviles y son más sensibles a las impurezas del motor, por lo que habrá que depurar el biogás hasta un mayor grado de pureza con el consiguiente incremento del coste por Kwh producido.

En el caso de la microturbina de 30 Kwe de potencia con un rendimiento eléctrico del 25% se necesitan $30/0,25 = 120$ Kw de potencia de alimentación con energía de la combustión del biogás para que funcione a pleno rendimiento, esto es:

$$(115.210,964 \text{ m}^3/\text{año}) \cdot (120 \text{ Kw}/28,85 \text{ Kw}) = 479.213,72 \text{ m}^3/\text{año de biogás}.$$

En ninguna de las dos propuestas de proyecto se genera esa cantidad de biogás, por lo que en ninguna de las dos propuestas será interesante económicamente explotar energéticamente el biogás de vertedero, aunque no hay que menospreciar la posibilidad de hacerlo y obtener una energía eléctrica cara en lugar de quemarlo en una antorcha, que es obligatorio por ley para reducir emisiones de G.E.I., con el consecuente gasto elevado que conlleva eliminarlo de este modo sin ningún beneficio más que el medioambiental.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO EN LA COLILLA

MICROTURBINA DE GAS	
Potencia eléctrica	3 Kwe
Rendimiento global	24,5 %
Vida útil	20 años
Costes O & M	0,025122 €/Kwh
Inversión (coste turbina)	93.000 €

Se ha considerado un precio de venta de la energía a la red de 0,084551 €/KWh en el primer año y experimenta un crecimiento del 1,5% anual en los siguientes 19 años

INVERSIÓN TOTAL	
23 pozos de captación (acabados)	58.000 €
Líneas entre pozos y estaciones de regulación y medida (instaladas)	36.310 €
Estaciones de regulación y medida (inst.)	25.034 €
Líneas principales de biogás (instaladas)	16.452 €
Equipo de generación	93.000 €
Instalación y servicios auxiliares	35.000 €
TOTAL	263.796 €

Energía eléctrica demandada en La Colilla:

- 20 focos de 600 W: $20 \cdot 600 \text{ w} \cdot 3 \text{ h/d} \cdot 90 \text{ d/año} = 3.240.000 \text{ Wh/año}$

- 1 motor de bombeo de 11.000 W: $11000\text{w} \cdot 3 \text{ h/día} \cdot 200 \text{ d/año} = 6.000.000 \text{ Wh/año}$

Energía total DEMANDADA: $9.840.000 \text{ Wh/año} = 9.840 \text{ KWh/año}$

En La Colilla: Incremento interanual medio del coste de mano de obra 1%

La financiación de la inversión: 25% Fondos propios (municipales). 75% Financiación ajena mediante préstamo al 6,5% anual, y 10 años de amortización sin periodo de carencia.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN LA COLILLA 2019 - 2039												
AÑO		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Nº AÑO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN TOTAL	Eur	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796
Nº turbinas	Ud	1										
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	37400,50	36714,30	54324,70	52956,40	51592,10	77729,50	75694,20	73315,80	71279,80	69244,60	111509,80
Energía química total del biogás	Kcal	176343358	173107925	256140961	249689426	243256752	366494593	356898153	345683997	336084257	326488289	525768707
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	34155,71	33529,04	49611,60	48362,01	47116,07	70985,84	69127,12	66955,07	65095,71	63237,08	101835,43
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	45889,31	45047,36	66654,80	64975,94	63301,98	95371,80	92874,55	89956,32	87458,21	84961,08	136819,24
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	36049,31	35207,36	56814,80	55135,94	53461,98	85531,80	83034,55	80116,32	77618,21	75121,08	126979,24
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0845510	0,0858193	0,0871066	0,0884132	0,0897393	0,0910854	0,0924517	0,0938385	0,0952461	0,0966748	0,0981249
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	3048,01	3021,47	4948,94	4874,74	4797,64	7790,70	7676,69	7518,00	7392,83	7262,31	12459,82
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	1152,83	1131,68	1674,50	1632,33	1590,27	2395,93	2333,19	2259,88	2197,13	2134,39	3437,17
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1511,53	1511,32	1516,75	1516,32	1515,90	1523,96	1523,33	1522,60	1521,97	1521,34	1534,37
Seguros	Eur	2517,29	2516,98	2525,12	2524,48	2523,85	2535,94	2535,00	2533,90	2532,96	2532,02	2551,56
Mano de obra	Eur	33378,48	33712,26	34049,39	34389,88	34733,78	35081,12	35431,93	35786,25	36144,11	36505,55	36870,61
Costes financieros	Eur	12860,06	11145,38	9430,71	7716,03	6001,36	4286,69	2572,01	857,34	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	26379,60	0,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	77799,79	76397,22	75576,06	74158,65	72744,77	72203,23	70775,06	69339,57	68775,76	69072,90	44393,71
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-74751,78	-73375,75	-70627,12	-69283,91	-67947,12	-64412,53	-63098,38	-61821,57	-61382,93	-61810,59	-31933,89
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-74751,78	-73375,75	-70627,12	-69283,91	-67947,12	-64412,53	-63098,38	-61821,57	-61382,93	-61810,59	-31933,89

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN LA COLILLA 2019 - 2039											
AÑO		2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Nº AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSION TOTAL	Eur	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796	263796
Nº turbinas	Ud	1									
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	108490,70	105471,70	102104,70	99082,20	96063,10	93370,60	90686,40	87663,90	85313,90	82969,20
Energía química total del biogás	Kcal	511533651	497299066	481423661	467172573	452937517	440242379	427586376	413335289	402255039	391199778
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	99078,26	96321,19	93246,30	90486,03	87728,86	85269,95	82818,63	80058,36	77912,24	75770,96
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	133114,89	129410,66	125279,46	121570,94	117866,59	114562,97	111269,54	107561,02	104677,64	101800,76
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00	9840,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	123274,89	119570,66	115439,46	111730,94	108026,59	104722,97	101429,54	97721,02	94837,64	91960,76
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0995968	0,1010907	0,1026071	0,1041462	0,1057084	0,1072940	0,1089034	0,1105370	0,1121950	0,1138779
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	12277,78	12087,48	11844,90	11636,35	11419,31	11236,15	11046,02	10801,78	10640,31	10472,30
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	3344,11	3251,05	3147,27	3054,11	2961,04	2878,05	2795,31	2702,15	2629,71	2557,44
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1533,44	1532,51	1531,47	1530,54	1529,61	1528,78	1527,95	1527,02	1526,30	1525,57
Seguros	Eur	2550,16	2548,77	2547,21	2545,81	2544,42	2543,17	2541,93	2540,53	2539,45	2538,36
Mano de obra	Eur	37239,31	37611,71	37987,82	38367,70	38751,38	39138,89	39530,28	39925,58	40324,84	40728,09
Costes financieros	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	44667,03	44944,04	45213,78	45498,16	45786,45	46088,90	46395,48	46695,29	47020,29	47349,46
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-32389,25	-32856,55	-33368,87	-33861,81	-34367,13	-34852,75	-35349,46	-35893,50	-36379,98	-36877,16
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-32389,25	-32856,55	-33368,87	-33861,81	-34367,13	-34852,75	-35349,46	-35893,50	-36379,98	-36877,16

Como se deduce del estudio de viabilidad económica, la implantación de una microturbina para generar energía eléctrica para su venta no es rentable en las condiciones actuales. En un futuro, si aumenta el rendimiento energético de esta tecnología, disminuye su coste de inversión, y aumenta el precio de venta de la electricidad puede que la solución llegue a ser económicamente viable.

Por otro lado, si se accede a una subvención con fondo público para producir energía eléctrica con este tipo de energía renovable, quizás pueda reconsiderarse su viabilidad económica.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA VIABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO EN GEMUÑO

MICROTURBINA DE GAS	
Potencia eléctrica	3 Kwe
Rendimiento global	24,5 %
Vida útil	20 años
Costes O & M	0,025122 €/Kwh
Inversión (coste turbina)	93.000 €

Se ha considerado un precio de venta de la energía a la red de 0,084551 €/KWh en el primer año y experimenta un crecimiento del 1,5% anual en los siguientes 19 años

Se van a considerar dos “proyectos” separados, por un lado se instalará una microturbina de 30 Kwe con una vida útil de 20 años para explotar el biogás extraído de la primera fase de vertido a partir del año 2028, y luego otra microturbina de 30 Kwe con una vida útil de 20 años para explotar el biogás extraído de la segunda fase de vertido a partir del año 2045.

Durante los años que ambas turbinas están en funcionamiento (2045-2048) se va a considerar que la demanda eléctrica de las instalaciones la cubre la turbina de la fase 2.

El sistema de medición y control de los parámetros del biogás es manual por lo que el grosor de la demanda eléctrica será la iluminación del vertedero y la bomba de drenaje de lixiviados.

Se van a considerar las inversiones por separado.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

INVERSIÓN TOTAL Fase 1	
50 pozos de captación (acabados) (*)	11.475 €
Líneas entre pozos y estaciones de regulación y medida (instaladas)	68.532,8 €
Estaciones de regulación y medida (inst)	38.058 €
Líneas principales de biogás (instaladas)	32.904 €
Equipo de generación	93.000 €
Instalación y servicios auxiliares	42.000 €
TOTAL	285.969,8 €

(*) En este proyecto la captación se va a realizar mediante chimeneas de recrecimiento, el coste por ml de chimenea instalada con empaque de gravas y con tramos soldados se estimará en 18 €/ml. En la Fase de vertido 1 la potencia media del vertedero será de 11,5 m aproximadamente luego la longitud media de las chimeneas será de 12,5 m.

Energía eléctrica demandada en Gemuño:

- 40 focos de 600 W: $40 \cdot 600 \text{ w} \cdot 3 \text{ h/d} \cdot 90 \text{ d/año} = 6.480.000 \text{ Wh/año}$

- 1 motor de bombeo de 55.000 W: $55000 \text{ w} \cdot 3 \text{ h/día} \cdot 200 \text{ d/año} = 33.000.000 \text{ Wh/año}$

Energía total DEMANDADA: $39.480.000 \text{ Wh/año} = 39.480 \text{ KWh/año}$

En Gemuño: Incremento interanual medio del coste de mano de obra 1%

La financiación de la inversión: 25% Fondos propios (municipales). 75% Financiación ajena mediante préstamo al 6,5% anual, y 10 años de amortización sin periodo de carencia.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN FASE-I DE GEMUÑO 2028 - 2048												
AÑO		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Nº AÑO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN TOTAL	Eur	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970
Nº turbinas	Ud	1										
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	105452,45	102420,28	99388,10	96692,83	93660,65	90628,47	88270,11	85574,84	82879,57	80521,20	78162,84
Energía química total del biogás	Kcal	497208302	482911620	468614892	455906693	441609965	427313236	416193569	403485371	390777173	379657458	368537791
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	96303,61	93534,50	90765,39	88303,95	85534,84	82765,73	80611,97	78150,54	75689,11	73535,34	71381,59
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	129387,05	125666,66	121946,27	118639,25	114918,85	111198,46	108304,82	104997,80	101690,79	98797,14	95903,50
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	89907,05	86186,66	82466,27	79159,25	75438,85	71718,46	68824,82	65517,80	62210,79	59317,14	56423,50
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0845510	0,0858193	0,0871066	0,0884132	0,0897393	0,0910854	0,0924517	0,0938385	0,0952461	0,0966748	0,0981249
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	7601,73	7396,48	7183,35	6998,72	6769,83	6532,51	6362,97	6148,09	5925,33	5734,47	5536,55
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	3250,46	3157,00	3063,53	2980,46	2886,99	2793,53	2720,83	2637,75	2554,68	2481,98	2409,29
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1532,50	1531,57	1530,64	1529,80	1528,87	1527,94	1527,21	1526,38	1525,55	1524,82	1524,09
Seguros	Eur	2548,76	2547,35	2545,95	2544,71	2543,30	2541,90	2540,81	2539,57	2538,32	2537,23	2536,14
Mano de obra	Eur	36505,55	36797,59	37091,98	37388,71	37687,82	37989,32	38293,24	38599,58	38908,38	39219,65	39533,40
Costes financieros	Eur	13941,04	12082,23	10223,43	8364,63	6505,82	4647,02	2788,22	929,41	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	28596,98	0,00

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	86375,29	84712,73	83052,51	81405,28	79749,79	78096,69	76467,29	74829,67	74123,90	74360,66	46002,92
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-78773,56	-77316,26	-75869,16	-74406,57	-72979,96	-71564,18	-70104,31	-68681,58	-68198,57	-68626,19	-40466,37
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-78773,56	-77316,26	-75869,16	-74406,57	-72979,96	-71564,18	-70104,31	-68681,58	-68198,57	-68626,19	-40466,37

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN FASE-I DE GEMUÑO 2028 - 2048											
AÑO		2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
Nº AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSION TOTAL	Eur	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970	285970
Nº turbinas	Ud	1									
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funcionamiento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	76141,39	73783,03	71424,67	69403,21	67381,76	65023,40	63338,86	61654,31	59632,86	57948,31
Energía química total del biogás	Kcal	359006654	347886986	336767319	327236135	317704998	306585331	298642725	290700072	281168935	273226282
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	69535,52	67381,76	65228,01	63381,93	61535,85	59382,10	57843,71	56305,31	54459,23	52920,83
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	93423,24	90529,60	87635,96	85155,69	82675,43	79781,79	77714,91	75648,02	73167,76	71100,87
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	53943,24	51049,60	48155,96	45675,69	43195,43	40301,79	77714,91	75648,02	73167,76	71100,87
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0995968	0,1010907	0,1026071	0,1041462	0,1057084	0,1072940	0,1089034	0,1105370	0,1121950	0,1138779
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	5372,57	5160,64	4941,14	4756,95	4566,12	4324,14	8463,42	8361,91	8209,06	8096,82
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	2346,98	2274,28	2201,59	2139,28	2076,97	2004,28	1952,35	1900,43	1838,12	1786,20
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1523,47	1522,74	1522,02	1521,39	1520,77	1520,04	1519,52	1519,00	1518,38	1517,86
Seguros	Eur	2535,20	2534,11	2533,02	2532,09	2531,15	2530,06	2529,29	2528,51	2527,57	2526,79
Mano de obra	Eur	39849,67	40168,47	40489,82	40813,74	41140,25	41469,37	41801,12	42135,53	42472,62	42812,40
Costes financieros	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	46255,32	46499,61	46746,45	47006,50	47269,14	47523,75	47802,29	48083,47	48356,69	48643,25
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-40882,75	-41338,97	-41805,30	-42249,55	-42703,02	-43199,61	-39338,87	-39721,56	-40147,63	-40546,43
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-40882,75	-41338,97	-41805,30	-42249,55	-42703,02	-43199,61	-39338,87	-39721,56	-40147,63	-40546,43

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

INVERSIÓN TOTAL Fase 2	
60 pozos de captación (acabados) (*)	11.340 €
Líneas entre pozos y estaciones de regulación y medida (instaladas)	70.532,8 €
Estaciones de regulación y medida (inst)	38.058 €
Líneas principales de biogás (instaladas)	34.904 €
Equipo de generación	93.000 €
Instalación y servicios auxiliares	45.000 €
TOTAL	292.834,8 €

(*) En este proyecto la captación se va a realizar mediante chimeneas de recrecimiento, el coste por ml de chimenea instalada con empaque de gravas y con tramos soldados se estimará en 18 €/ml. En la Fase de vertido 2 la potencia media del vertedero será de 9,5 m aproximadamente luego la longitud media de las chimeneas será de 10,5 m.

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN FASE-II DE GEMUÑO 2045 - 2065												
AÑO		2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055
Nº AÑO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN TOTAL	Eur	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835
Nº turbinas	Ud	1										
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	122365,84	118887,74	115409,64	111931,54	108769,64	105291,54	102445,82	99600,10	96438,19	93592,48	90746,76
Energía química total del biogás	Kcal	576954936	560555694	544156453	527757211	512848853	496449611	483032041	469614472	454706066	441288543	427870973
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	111749,63	108573,28	105396,93	102220,58	99333,00	96156,66	93557,83	90959,00	88071,41	85472,58	82873,75
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	150139,28	145871,75	141604,22	137336,70	133457,14	129189,61	125698,00	122206,38	118326,81	114835,21	111343,60
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	110659,28	106391,75	102124,22	97856,70	93977,14	89709,61	86218,00	82726,38	78846,81	75355,21	71863,60
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0845510	0,0858193	0,0871066	0,0884132	0,0897393	0,0910854	0,0924517	0,0938385	0,0952461	0,0966748	0,0981249
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	9356,35	9130,46	8895,69	8651,82	8433,45	8171,24	7971,00	7762,92	7509,85	7284,95	7051,61
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	3771,80	3664,59	3557,38	3450,17	3352,71	3245,50	3157,79	3070,07	2972,61	2884,89	2797,17
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1537,72	1536,65	1535,57	1534,50	1533,53	1532,46	1531,58	1530,70	1529,73	1528,85	1527,97
Seguros	Eur	2556,58	2554,97	2553,36	2551,75	2550,29	2548,68	2547,37	2546,05	2544,59	2543,27	2541,96
Mano de obra	Eur	41801,12	42135,53	42472,61	42812,39	43154,89	43500,13	43848,13	44198,92	44552,51	44908,93	45268,20
Costes financieros	Eur	14275,71	12372,28	10468,85	8565,43	6662,00	4758,58	2855,15	951,72	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	29283,48	0,00

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	93226,40	91547,49	89871,26	88197,73	86536,90	84868,83	83223,49	81580,94	80882,91	81149,42	52135,30
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-83870,05	-82417,03	-80975,57	-79545,91	-78103,46	-76697,59	-75252,49	-73818,02	-73373,06	-73864,47	-45083,70
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-83870,05	-82417,03	-80975,57	-79545,91	-78103,46	-76697,59	-75252,49	-73818,02	-73373,06	-73864,47	-45083,70

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN FASE-II DE GEMUÑO 2045 - 2065											
AÑO		2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065
Nº AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSION TOTAL	Eur	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835	292835
Nº turbinas	Ud	1									
Potencia instalada	Kwe	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	88217,23	85371,52	82841,99	80628,65	78099,13	75569,60	73692,14	71587,01	69385,24	67405,86
Energía química total del biogás	Kcal	415944239	402526717	390599983	380164085	368237398	356310664	347458440	337532752	327151407	317818630
Biogás consumido en turbina	m ³ /año	80563,68	77964,86	75654,79	73633,47	71323,41	69013,33	67298,76	65376,26	63365,52	61557,86
Energía eléctrica generada (año)	Kwh	108239,94	104748,34	101644,68	98928,98	95825,33	92721,67	90418,08	87835,15	85133,64	82705,00
Energía eléctrica demandada (año)	Kwh	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00	39480,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Energía vendida a la red	Kwh	68759,94	65268,34	62164,68	59448,98	56345,33	53241,67	50938,08	48355,15	45653,64	43225,00
Precio venta energía a la red	Eur/K wh	0,0995968	0,1010907	0,1026071	0,1041462	0,1057084	0,1072940	0,1089034	0,1105370	0,1121950	0,1138779
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTA- CIÓN	Eur	6848,27	6598,02	6378,54	6191,38	5956,17	5712,51	5547,33	5345,03	5122,11	4922,37
Costes manteni- miento turbina	Eur/K Wh	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220	0,0251220
Total costes manteni- miento turbina	Eur	2719,20	2631,49	2553,52	2485,29	2407,32	2329,35	2271,48	2206,59	2138,73	2077,72
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1527,19	1526,31	1525,54	1524,85	1524,07	1523,29	1522,71	1522,07	1521,39	1520,78
Seguros	Eur	2540,79	2539,47	2538,30	2537,28	2536,11	2534,94	2534,07	2533,10	2532,08	2531,17
Mano de obra	Eur	45630,35	45995,39	46363,35	46734,26	47108,13	47485,00	47864,88	48247,80	48633,78	49022,85
Costes financieros	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amortiza- ciones (10 años)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	52417,53	52692,66	52980,71	53281,69	53575,64	53872,59	54193,15	54509,56	54825,98	55152,51
RESULTADOS ANTES DE IMPUESTOS	Eur	-45569,26	-46094,64	-46602,17	-47090,30	-47619,47	-48160,07	-48645,82	-49164,53	-49703,86	-50230,13
Beneficios extraordinarios	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impuesto de Sociedades (30%)	Eur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BENEFICIOS NETOS	Eur	-45569,26	-46094,64	-46602,17	-47090,30	-47619,47	-48160,07	-48645,82	-49164,53	-49703,86	-50230,13

Como se deduce del estudio de viabilidad económica, la implantación de una microturbina para generar energía eléctrica para su venta no es rentable en las condiciones actuales. En un futuro, si aumenta el rendimiento energético de esta tecnología, disminuye su coste de inversión, y aumenta el precio de venta de la electricidad puede que la solución llegue a ser económicamente viable.

Por otro lado, si se accede a una subvención con fondo público para producir energía eléctrica con este tipo de energía renovable, quizás pueda reconsiderarse su viabilidad económica.

COSTES DE PUESTA EN MARCHA DE UN PROYECTO VIABLE DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD USANDO BIOGÁS DE VERTEDERO

1. Datos constructivos: Estas instalaciones se ubican en las inmediaciones de vertederos de R.S.U. en operación o ya clausurados.

Plazos:

- Período de construcción: 12 meses
- Vida útil: 25 años

Requisitos de emplazamiento:

- Conexión de red eléctrica no muy lejana
- Superficie requerida: 1.500 m²

2. Datos económicos

Inversión:

- Para una planta de 2 x 650 kWe (excluidos pozos de captación que son por cuenta del gestor del vertedero): 1.450€/kW

Ingresos y gastos:

- Gastos de mantenimiento: 12 €/MWh
- Seguros y otros: 30.000 €/año

Los precios de reintegro de la venta de electricidad se consideran ya con un complemento por energía reactiva de 4% del TMR (tarifa media de referencia). Prima para la venta de energía eléctrica según R.D. 2818/1998 y R.D. 3490/2000.

Unos de los factores más determinantes para hacer viable el aprovechamiento del biogás para producir energía eléctrica son, el caudal de biogás, la concentración de metano, la depuración del biogás y la distancia al punto de suministro eléctrico. Dentro de la depuración, la separación de condensados es siempre obligatoria y se hace cuando el biogás se enfría en su transporte a la planta utilizando un colector de condensados de gas y posteriormente se depura.

Con una concentración de 55% de metano, para un volumen de biogás menor a 200 – 240 m³/h no se hace rentable el uso de motores de combustión interna, puesto que requieren una mayor depuración del biogás y un mayor caudal del mismo.

Debido a esta problemática, surge en 2005 el proyecto MICROPHILOX , para vertederos de pequeñas capacidad o aquellos que se encuentran al inicio o al final de la explotación del biogás siempre y cuando tengas un caudal de biogás superior a 100 m³, financiado por el programa LIFE de la EU, el cual importan importantes innovaciones tecnológicas como el uso de microturbinas para la valorización energética del biogás, un novedoso sistema de depuración biológica y el desarrollo de un sistema de análisis de siloxanos de probada repetibilidad. Así, la utilización de filtros biológicos para la depuración permite reducir este coste de operación, ya sea por sustitución del filtro de carbono activo o como pretratamiento a este filtro, aumentando el período de recambio del carbón activo (es el más usado por su eficiencia y sencillez, aunque presenta un elevado coste). El sistema de depuración consiste en dos biofiltros percolados conectados en serie. En la primera columna se produce la desulfuración, mientras que en la segunda se eliminan hasta el 50% los siloxanos del biogás. Las bacterias encargadas de la degradación de los contaminantes son alimentadas con oxígeno y una solución acuosa NPK que aporta los nutrientes necesarios para su reacción metabólica. En el primer biofiltro el oxígeno es aportado a la solución de nutrientes a través de una columna de burbujeo siendo ésta la principal novedad tecnológica del sistema. Para el segundo, el oxígeno es directamente inyectado en la corriente de gas. El pH se fija entre 6 y 7 y es regulado mediante la adición de una disolución de NaOH almacenada en un depósito anexo. Todo el sistema funciona de forma autónoma.

El precio de una microturbina de 30 kWe es de unos 93.500 € en los que se incluye la unidad de tratamiento de biogás de 42 m³/h, el transporte y la puesta en marcha.

Los precios de los motores oscilan entre 100.000 € un motor de 143 kWe con un consumo de gas de unos 419 kW y los 350.000 € para un motor de 1.204 kWe con un consumo de gas de 2.922 kW, estos precios incluyen el grupo motor-alternador, los cuadros y accesorios. No se encuentran incluidos dentro de estos precios la obra civil, el montaje, la captación del biogás, estaciones de regulación, sistemas de desgasificación, etc.

A la hora de hacer un análisis económico hay que cuantificar el coste de todos los componentes.

Los precios de algunos componentes son:

- Tubería perfora de PEAD, Ø160 mm para la captación de biogás en pozos, incluso instalación 18 €/ml.
- Campana de captación PEAD, Ø200 mm. 2,5 m de longitud, dotada de tapa practicable con tornillos salida lateral con brida DN 80 incluso instalación 450 € unidad.
- Estación de regulación y medida tipo manual formada por colector en PEAD con 7 entradas y una salida, incluso instalación 3.750 € unidad.

TECNOLOGÍA	Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA)	Microturbinas	Turbina de Gas	Motores Stirling
Tamaño (MW)	0,03 - 6	0,0001 – 0,4	0,5 - 30	0,0250 – 0,055
Inversión (€/MW)	560.000 – 965.500	950.000 – 1.350.000	325.000 – 725.000	900.000 – 1.600.000
Coste de O&M (€/MWh)	6,2 – 16	6,4 – 12	3,2 – 8	4 – 6,4

Tabla 4. Rangos de potencias más adecuados según tecnología e inversión y coste de operación y mantenimiento.

La determinación de la viabilidad económica del aprovechamiento energético de biogás de vertedero requiere de un análisis pormenorizado caso por caso de todos los factores que intervienen.

8. CÁLCULO DE TUBERÍAS DE EXTRACCIÓN

El sistema de desgasificación consta de pozos de recrecimiento unidos mediante tuberías a estaciones de regulación y medida. Todas ellas confluyen en una estación de regulación y medida principal que se conecta con el equipo de aspiración-combustión

de biogás. Este equipo constará de un sistema completo de aspiración e impulsión de biogás, y una antorcha.

La cabeza del pozo estará formada por tubería de PEAD de \varnothing interior 198 mm, sobre la que irá colocada la tapadera superior y el enlace para la unión con la conducción de gases, mediante una junta dotada con abrazadera de goma para el ajuste de la campana al tubo, que dispondrá de tres llaves, salida de gases, purga y llave superior. Cada uno de los tubos de captación de gases tendrá en su parte exterior un sistema de cierre que permitirá mantenerlo cerrado cuando se requiera por labores de mantenimiento, reparación, etc.

El sistema incluirá la necesaria unión a la lámina de polietileno de alta densidad del paquete de impermeabilización mediante una bota de lámina de PEAD de 1 mm de características impermeables y resistentes equivalentes a una geomembrana, pero con mayor elasticidad que rodeará el tubo de captación unido mediante abrazadera metálica ensanchándose en la base hasta terminar en forma de disco para su unión con la lámina de impermeabilización mediante soldadura térmica. En esta bota se dejará un pliegue de una longitud de 0,5 m (1 m de material en total para absorber los posibles asentamientos del vertedero sin rotura de la unión).

Según datos sobre modelos de flujo radial, asumiendo que la tasa de producción por unidad de volumen es constante en el sitio y tomando en consideración el modelo e flujo de gas de H.Esmaili, así como experiencias de Muskat y permeabilidades del medio poroso según Darcy, los pozos de captación de biogás en vertedero, deben situarse según un radio de influencia aproximado entre 25 y 35 m dependiendo de la homogeneidad de los residuos, profundidad, espesor de las capas, densidad posterior de la compactación, etc.

La siguiente ecuación es la utilizada habitualmente para la aplicación el criterio de ventilación:

$$Q = \pi \cdot R^2 \cdot H \cdot \gamma \cdot \delta \cdot t$$

Donde:

Q = Flujo de biogás a través de la superficie cilíndrica concéntrica

R = Radio de influencia

H = Profundidad del relleno

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL

APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

γ = Factor de corrección por capa de celda

δ = Densidad de las basuras

t = Tasa de biogás

Por aplicación de la fórmula indicada para nuestros valores medios de los R.S.U. se llega a cifras de R adecuadas en torno a 25 m.

A medida que se van depositando los residuos en cada celda de vertido, cuando la altura de los mismos se encuentre próxima al borde de la campana (1 m aproximadamente) se procederá a rellenar la misma de grava hasta la cota del residuo, a soldar un sección adicional de tubería perforada de PEAD y posteriormente a izar la campana de hierro unos 1,2 m, garantizando su estabilidad pues siempre estará enterrada 0,6 m (mide 1,8 m) de forma que se pueda proseguir con la formación de una nueva capa de residuos.

Su construcción se iniciará sobre el fondo del vaso de vertido, inmediatamente antes de comenzar a depositar el residuo en cada celda. Por tanto, en los puntos planimétricamente elegidos se irán disponiendo campanas de hierro de una altura de 1,8 m y 850 mm de diámetro. La campana constituirá, por tanto, la cabeza provisional del pozo. En su interior se alojará una tubería de PEAD ranurada mediante ranuras de 5 mm x 150 mm con una densidad de 48 ranuras/m², de diámetro exterior 225 mm.

Para la construcción de la red de transporte se utilizará tubería de PEAD dimensionada con la ecuación de Renouard, modificada para líneas de polietileno y para presiones inferiores a 0,5 bar (500 mm H₂O).

$$\Delta P = 232 \cdot 10^6 \cdot S \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Donde:

ΔP = Pérdida de carga expresado en mm de H₂O

S = Densidad de biogás

L = Longitud del tramo expresada en Km

Q = Caudal expresado en m³/h

D = Diámetro interno expresado en mm

La aplicación de la fórmula arriba indicada permite dimensionar tramos de tubería tomando como variables la longitud del tramo, el caudal y el diámetro interno del propio tramo.

El dimensionamiento de la red secundaria así como de la primaria, se realizará tomando en consideración la productividad máxima prevista para cada pozo. Cada pozo o chimenea dispondrá de un cabezal sobre el que se ajustará un tubería de PEAD de 110 mm de diámetro y 6 atm., de presión que conducirá el gas generado hasta un colector. Desde cada uno de los colectores partirá una conducción de PEAD de 225 mm de diámetro y 6 atm. De presión hasta las Estaciones Intermedias de Regulación, que dispondrán de puntos de desagüe (sistema de separación y recogida de condensados). Desde cada Estación Intermedia de Regulación partirán los colectores hasta la Estación Principal de Regulación y Medida, y desde ésta se conducirán hasta el gasómetro de la planta.

El coste de las unidades son:

Pozos de captación con recrecimiento: 38 €/ml

Líneas entre pozos y las estaciones de regulación y medida: 1.344,81 €/ud

Estaciones de regulación y medida: 5.258,5 €/ud

Líneas principales de biogás: 4113

9. CONCLUSIÓN

Como se ha visto, el aprovechamiento energético de biogás de vertedero para producir electricidad mediante motor de combustión interna resulta verdaderamente interesante económicamente hablando a partir de un volumen de capacidad de 200 – 250 t/día (volumen de biogás 50% CH₄ superior o igual a 240 m³/h).

Según la directiva 1999/31/CE y el Anexo I del R.D. 1481/2001 se establece que “En todos los vertederos que reciban residuos biodegradables se recogerán los gases del vertedero, se tratarán y se aprovechará. Si el gas recogido no puede aprovecharse para producir energía, se deberá quemar”.

Obviamente el biogás quemado en antorcha conlleva un gasto que habrá que evaluar para determinar si resulta más interesante su combustión sin aprovechamiento energético o con aprovechamiento energético.

A continuación se ofrece el análisis del contraste económico de la simple combustión del biogás y la combustión con aprovechamiento energético del mismo para el caso del vertedero de Gemuño.

Se considerarán las siguientes variables:

- Antorcha: capacidad de quemado 25 Nm³/h
- Coste de la Instalación Total: 155.430 €
- Vida útil de instalación: 20 años
- Mano de obra: el coste de la mano de obra conllevará un incremento interanual de 1,5%.
- Financiación de la Inversión: 100% capital propio (presupuestos municipales).
- Amortización del capital: 20 años

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE QUEMADO EN FASE-I DE GEMUÑO 2028 - 2048												
AÑO		2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Nº AÑO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN TOTAL	Eur	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430
Potencia instalada de quemado	Kw	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1
Horas funcionamiento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	105452,45	102420,28	99388,1	96692,83	93660,65	90628,47	88270,11	85574,84	82879,57	80521,2	78162,84
Biogás consumido en antorcha	m ³ /año	105452,45	102420,28	99388,1	96692,83	93660,65	90628,47	88270,11	85574,84	82879,57	80521,2	78162,84
Costes mantenimiento de instalación	Eur/m ³	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144
Total costes mantenimiento de instalación	Eur	12063,76	11716,88	11370,00	11061,66	10714,78	10367,90	10098,10	9789,76	9481,42	9211,63	8941,83
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1653,14	1649,67	1646,20	1643,12	1639,65	1636,18	1633,48	1630,40	1627,31	1624,62	1621,92
Seguros	Eur	2420,64	2417,17	2413,70	2410,62	2407,15	2403,68	2400,98	2397,90	2394,81	2392,12	2389,42

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Mano de obra	Eur	27516,75	27929,50	28348,44	28773,67	29205,28	29643,35	30088,00	30539,33	30997,41	31462,38	31934,31
Amortizaciones (20 años)	Eur	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	51425,79	51484,72	51549,84	51660,56	51738,35	51822,61	51992,07	52128,88	52272,47	52462,23	52658,98
Total gastos de explotación con turbina	Eur	78773,56	77316,26	75869,16	74406,57	72979,96	71564,18	70104,31	68681,58	68198,57	68626,19	40466,37
Diferencia de costes aprovechamiento energético y costes de quemado	Eur	27347,77	25831,54	24319,32	22746,01	21241,61	19741,57	18112,24	16552,70	15926,10	16163,96	-12192,61

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE QUEMADO EN FASE-I DE GEMUÑO 2028 - 2048											
AÑO		2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048
Nº AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSIÓN TOTAL		Eur	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430
Potencia instalada de quemado		Kw	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1
Horas funciona- miento		h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)		m ³ /año	76141,39	73783,03	71424,67	69403,21	67381,76	65023,4	63338,86	61654,31	59632,86
Biogás consumido en antorcha		m ³ /año	76141,39	73783,03	71424,67	69403,21	67381,76	65023,4	63338,86	61654,31	59632,86
Costes manteni- miento de instalación		Eur/m ³	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144
Total costes manteni- miento de instalación		Eur	8710,58	8440,78	8170,98	7939,73	7708,47	7438,68	7245,97	7053,25	6822,00
Trabajos y suministros de terceros		Eur	1619,61	1616,91	1614,21	1611,90	1609,58	1606,89	1604,96	1603,03	1600,72
Seguros		Eur	2387,11	2384,41	2381,71	2379,40	2377,08	2374,39	2372,46	2370,53	2368,22

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Mano de obra	Eur	32413,33	32899,53	33393,02	33893,91	34402,32	34918,36	35442,13	35973,77	36513,37	37061,07
Amortizaciones (20 años)	Eur	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	52902,11	53113,12	53331,42	53596,44	53868,97	54109,81	54437,02	54772,08	55075,81	55426,94
Total gastos de explotación con turbina	Eur	40882,75	41338,97	41805,30	42249,55	42703,02	43199,61	39338,87	39721,56	40147,63	40546,43
Diferencia de costes aprovechamiento energético y costes de quemado	Eur	-12019,36	-11774,15	-11526,12	-11346,89	-11165,95	-10910,20	-15098,15	-15050,52	-14928,18	-14880,51

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE QUEMADO EN FASE-II DE GEMUÑO 2045 - 2065												
AÑO		2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055
Nº AÑO		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN TOTAL	Eur	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430
Potencia instalada de quemado	Kw	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1
Horas funcionamiento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH₄)	m ³ /año	122365,84	118887,74	115409,64	111931,54	108769,64	105291,54	102445,82	99600,1	96438,19	93592,48	90746,76
Biogás consumido en antorcha	m ³ /año	122365,84	118887,74	115409,64	111931,54	108769,64	105291,54	102445,82	99600,1	96438,19	93592,48	90746,76
Costes mantenimiento de instalación	Eur/m ³	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144
Total costes mantenimiento de instalación	Eur	13998,65	13600,76	13202,86	12804,97	12443,25	12045,35	11719,80	11394,25	11032,53	10706,98	10381,43
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1672,49	1668,51	1664,53	1660,55	1656,93	1652,95	1649,70	1646,44	1642,83	1639,57	1636,31
Seguros	Eur	2439,99	2436,01	2432,03	2428,05	2424,43	2420,45	2417,20	2413,94	2410,33	2407,07	2403,81

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Mano de obra	Eur	35442,13	35973,76	36513,37	37061,07	37616,98	38181,24	38753,96	39335,27	39925,30	40524,18	41132,04
Amortizaciones (20 años)	Eur	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	61324,76	61450,53	61584,29	61726,14	61913,10	62071,50	62312,16	62561,40	62782,48	63049,30	63325,10
Total gastos de explotación con turbina	Eur	83870,05	82417,03	80975,57	79545,91	78103,46	76697,59	75252,49	73818,02	73373,06	73864,47	45083,70
Diferencia de costes aprovechamiento energético y costes de quemado	Eur	22545,29	20966,50	19391,28	17819,77	16190,36	14626,09	12940,33	11256,62	10590,58	10815,17	-18241,40

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE QUEMADO EN FASE-II DE GEMUÑO 2045 - 2065											
AÑO		2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065
Nº AÑO		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSIÓN TOTAL	Eur	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430	155430
Potencia instalada de quemado	Kw	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1	137,1
Horas funciona- miento	h/año	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Biogás generado (55% CH ₄)	m ³ /año	88217,23	85371,52	82841,99	80628,65	78099,13	75569,6	73692,14	71587,01	69385,24	67405,86
Biogás consumido en antorcha	m ³ /año	88217,23	85371,52	82841,99	80628,65	78099,13	75569,6	73692,14	71587,01	69385,24	67405,86
Costes manteni- miento de instalación	Eur/m ³	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144	0,1144
Total costes manteni- miento de instalación	Eur	10092,05	9766,50	9477,12	9223,92	8934,54	8645,16	8430,38	8189,55	7937,67	7711,23
Trabajos y suministros de terceros	Eur	1633,42	1630,17	1627,27	1624,74	1621,85	1618,95	1616,80	1614,40	1611,88	1609,61
Seguros	Eur	2400,92	2397,67	2394,77	2392,24	2389,35	2386,45	2384,30	2381,90	2379,38	2377,11

ANEXO Nº 16.

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL
APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL BIOGÁS

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Mano de obra	Eur	41749,02	42375,25	43010,88	43656,05	44310,89	44975,55	45650,18	46334,94	47029,96	47735,41
Amortizaciones (20 años)	Eur	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5	7771,5
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	Eur	63646,91	63941,09	64281,55	64668,44	65028,12	65397,62	65853,17	66292,28	66730,39	67204,87
Total gastos de explotación con turbina	Eur	45569,26	46094,64	46602,17	47090,30	47619,47	48160,07	48645,82	49164,53	49703,86	50230,13
Diferencia de costes aprovechamiento energético y costes de quemado	Eur	-18077,65	-17846,45	-17679,38	-17578,14	-17408,65	-17237,55	-17207,35	-17127,75	-17026,53	-16974,74

Como se deduce del análisis el cote del aprovechamiento energético con turbinas es mayor que el coste del quemado en antorcha durante los años de amortización de la inversión del aprovechamiento energético con turbinas. Después sucede lo contrario.

- En la **Fase I**, el cómputo global del coste con aprovechamiento energético de turbina y el coste del quemado es:

Coste Total de quemado en antorcha durante 20 años: 1.111.830,22 €

Emisiones de CH₄ a la atmósfera: **0 t**

Coste Total de aprovechamiento con turbina durante 20 años: 1.178.920,4 €

Emisiones de CH₄ a la atmósfera (eficiencia de la combustión en la turbina 98%, disponibilidad de la microturbina 8.000 h/año):

1.524.550,81 m³ de biogás totales quemados en la turbina

838.502,95 m³ de metano quemados x 0,02 = 16.770,06 m³ emitidos

16.770,06 m³ x 0,0007168 t/m³ = **12,02 t**

- En la **Fase II**, el cómputo global del coste con aprovechamiento energético de turbina y el coste del quemado es:

Coste Total de quemado en antorcha durante 20 años: 1.337.145,2 €

Emisiones de CH₄ a la atmósfera: **0 t**

Coste Total de aprovechamiento con turbina durante 20 años: 1.301.881,6 €

Emisiones de CH₄ a la atmósfera (eficiencia de la combustión en la turbina 98%, disponibilidad de la microturbina 8.000 h/año):

1.770.116,58 m³ de biogás totales quemados en la turbina

973.564,12 m³ de metano quemados x 0,02 = 19.471,28 m³ emitidos

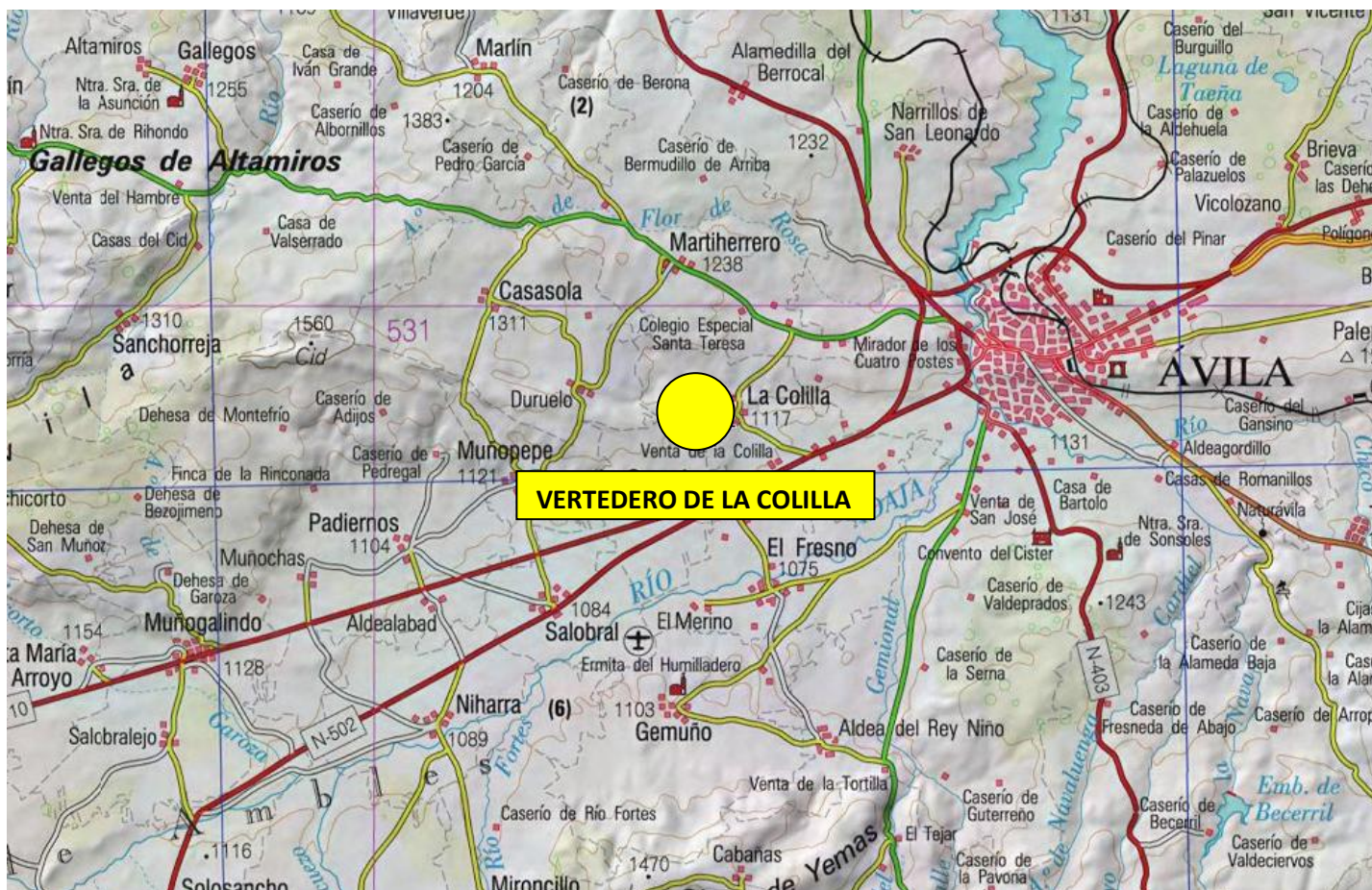
19.471,28 m³ x 0,0007168 t/m³ = **13,96 t**



Para finalizar, a modo de conclusión, indicar que a la fecha de la firma de este Proyecto en España, al precio que está el Kwh de energía eléctrica vendida, es muy difícil lograr una rentabilidad mediante el aprovechamiento energético del biogás. Además, el sistema de subvenciones para ello es un camino largo, difícil y casi siempre estéril.

La producción de esta energía tienen un efecto positivo desde el punto de vista medioambiental, por reducir en 21 t equivalentes de CO₂ por cada tonelada de CH₄ combustionada. Este efecto positivo sobre el medio ambiente tendrá que ser en futuro el valor añadido que favorezca la implantación de este tipo de energía en España.



DOCUMENTO Nº 2

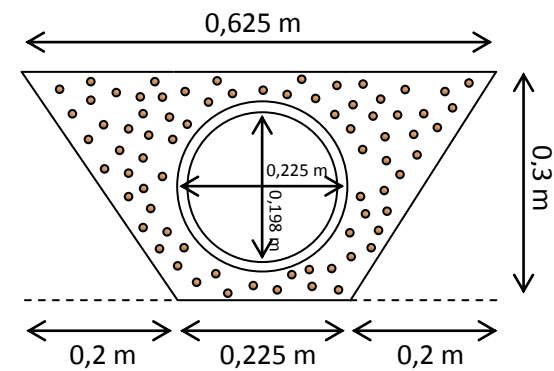
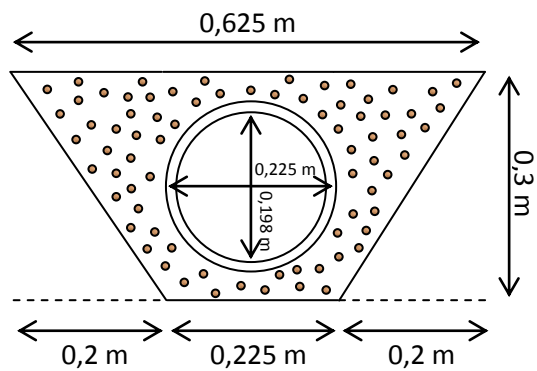
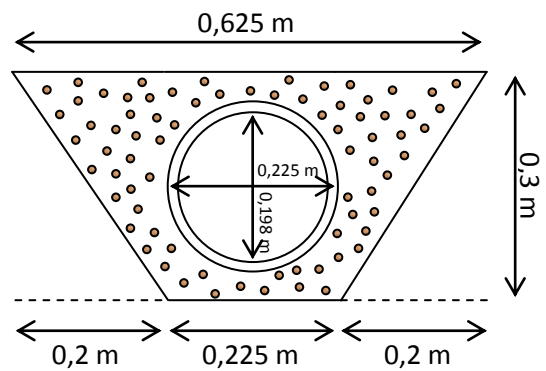
PLANOS





<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA:</p> <p>La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>1</p>	<p>PLANO DE: SITUACIÓN GENERAL</p>
<p>   </p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:150.000</p>		

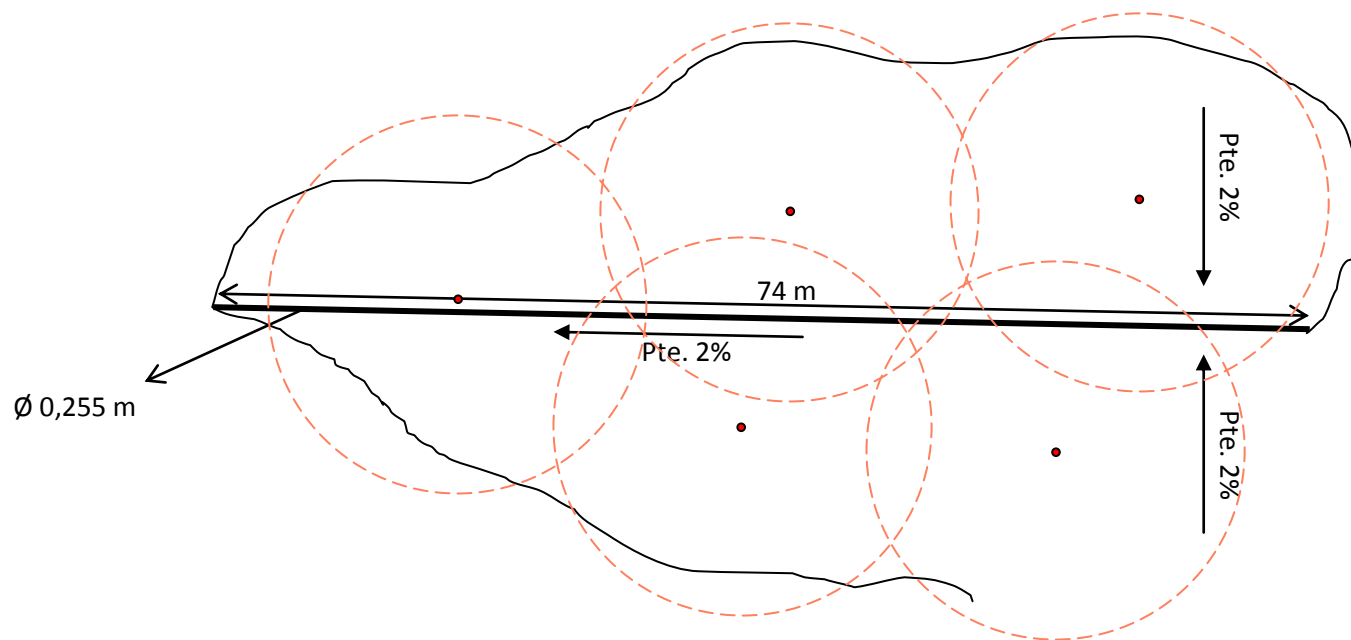


<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA: La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO: 2</p>	<p>PLANO DE: ORTOFOTO</p>
<p>   </p>	<p>ESCALA: 1:5.000</p>		



ALZADO ZANJA DE DRENAJE CON
TUBERÍA

<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE AVILA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</p> </div> </div>	<p>ALTERNATIVA:</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.5em;">11</p>	<p>PLANO DE: SECCIÓN ZANJAS DE DRENAJE CON TUBERÍAS DE DRENAJE</p>
	<p>ESCALA:</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.5em;">1:10</p>		



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

La Colilla

Nº DE PLANO:

3

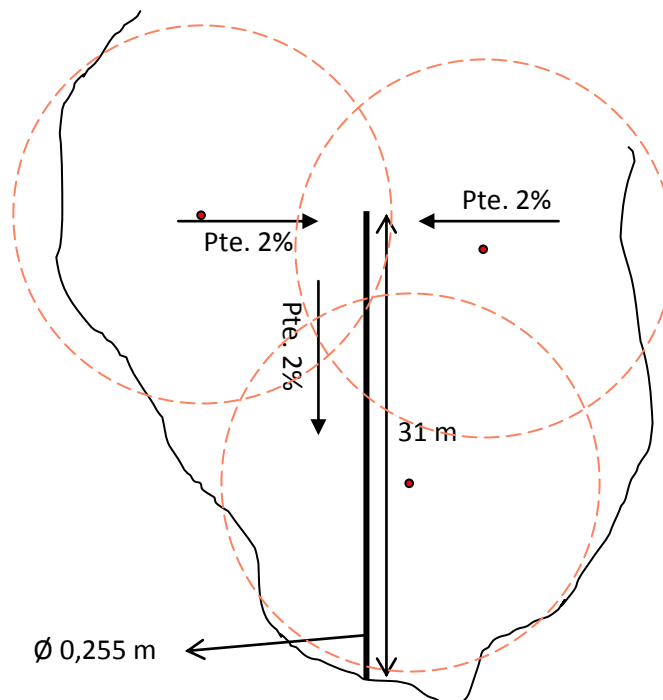
PLANO DE:



PLANTA RED DE DRENAJE Y
UBICACIÓN DE SONDEOS. VASO 1

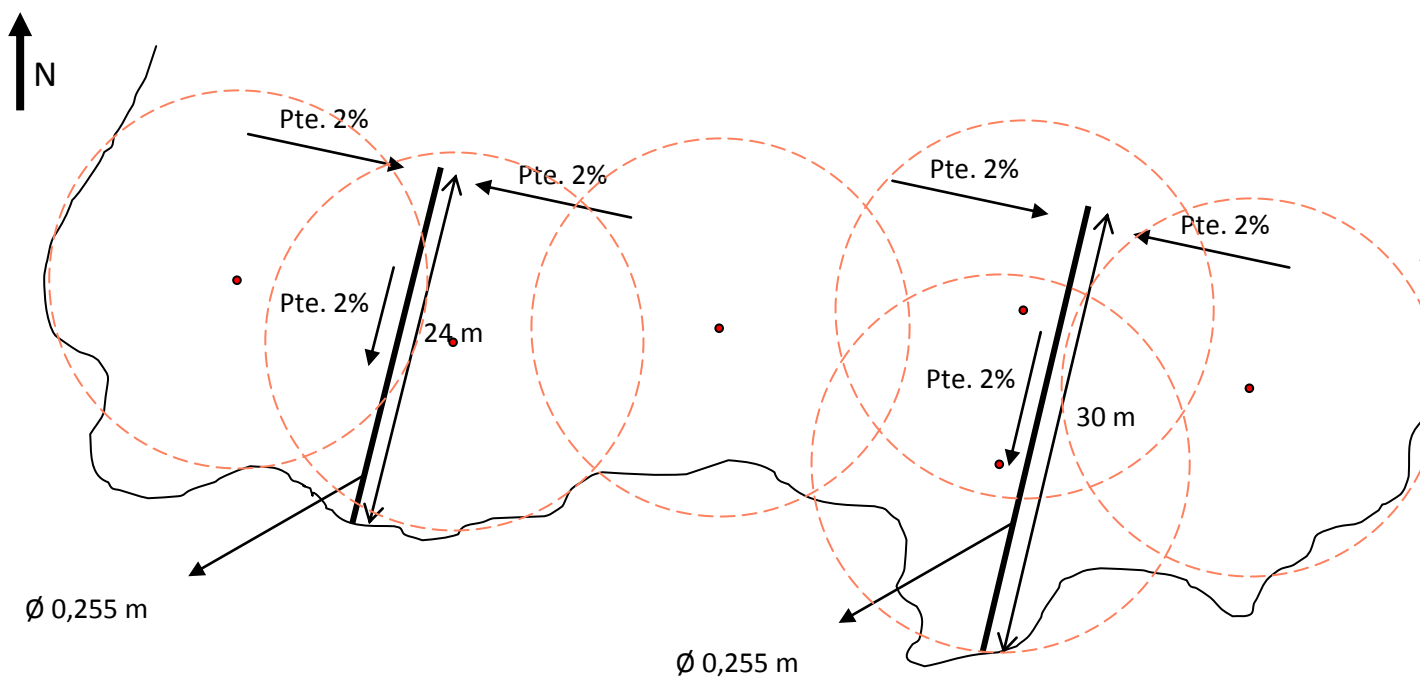
ESCALA:



1:500

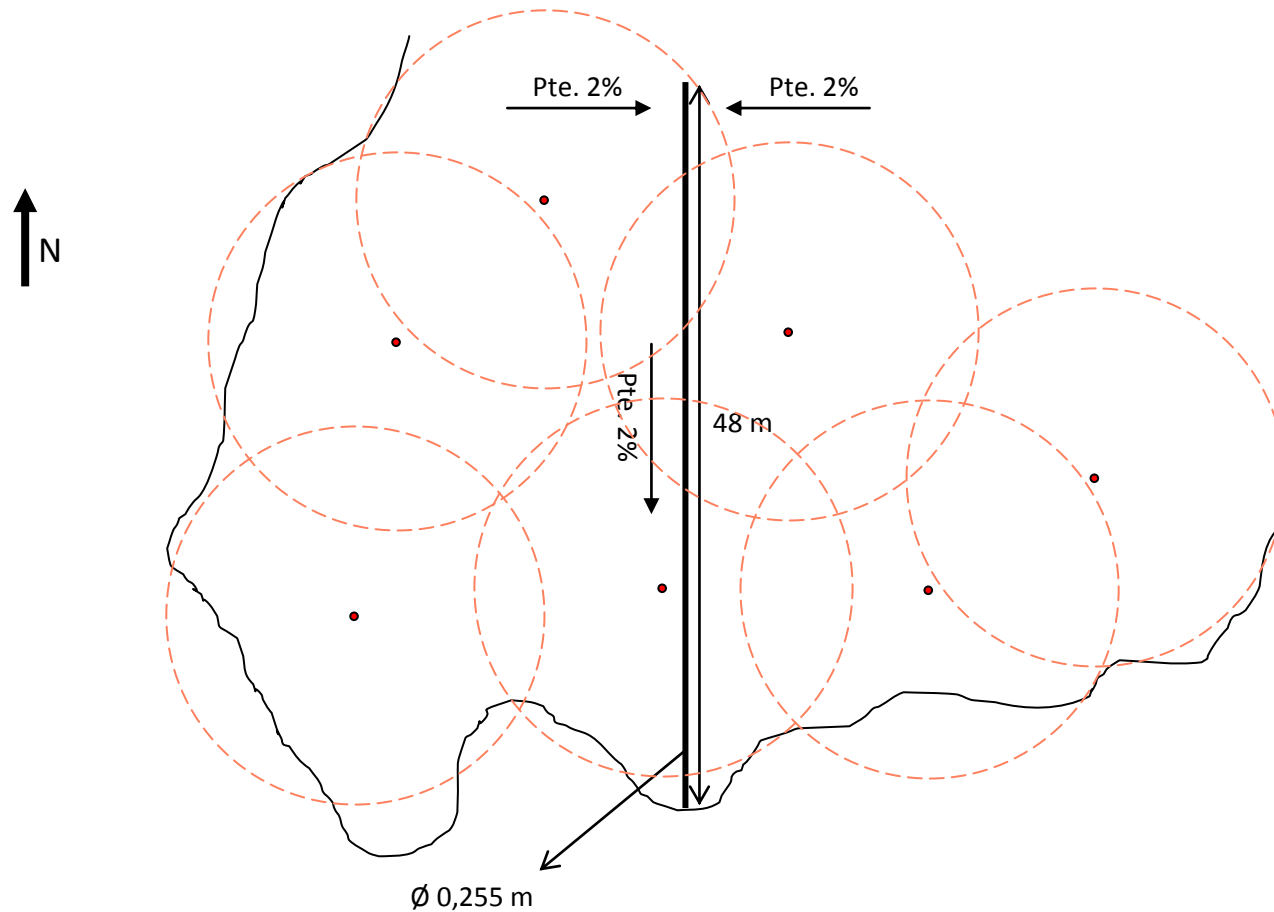
Comentarios: EL RADIO DE INFLUENCIA DE LOS SONDEOS (25 m) SE
MUESTRA CON LA CIRCUNFERENCIA PUNTEADA ROJA. LA UBICACIÓN DE
LOS SONDEOS SE DEBERÁ AJUSTAR LO MÁXIMO POSIBLE A ESTE PLANO.



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA: La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO: 4</p>	<p>PLANO DE: PLANTA RED DE DRENAJE Y UBICACIÓN DE SONDEOS. VASO 2</p>
<p>   </p>	<p>ESCALA: 1:500</p>	<p>Comentarios: EL RADIO DE INFLUENCIA DE LOS SONDEOS (25 m) SE MUESTRA CON LA CIRCUNFERENCIA PUNTEADA ROJA. LA UBICACIÓN DE LOS SONDEOS SE DEBERÁ AJUSTAR LO MÁXIMO POSIBLE A ESTE PLANO.</p>	



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p> <div>   </div>	<p>ALTERNATIVA:</p> <p>La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5</p>	<p>PLANO DE: PLANTA RED DE DRENAJE Y UBICACIÓN DE SONDEOS. VASO 3</p>
	<p>ESCALA:</p> <p>1:500</p>	<p>Comentarios: EL RADIO DE INFLUENCIA DE LOS SONDEOS (25 m) SE MUESTRA CON LA CIRCUNFERENCIA PUNTEADA ROJA. LA UBICACIÓN DE LOS SONDEOS SE DEBERÁ AJUSTAR LO MÁXIMO POSIBLE A ESTE PLANO.</p>	



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



ALTERNATIVA:

La Colilla

ESCALA:

1:500

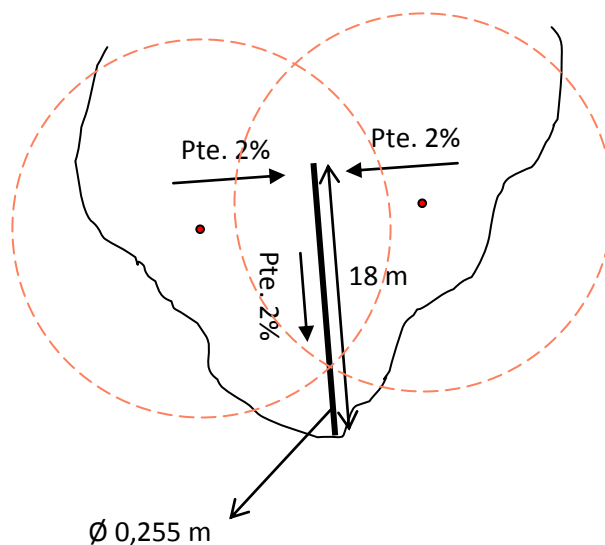
Nº DE PLANO:

6

PLANO DE:

PLANTA RED DE DRENAJE Y
UBICACIÓN DE SONDEOS.
VASO 4

Comentarios: EL RADIO DE INFLUENCIA DE LOS SONDEOS (25 m) SE
MUESTRA CON LA CIRCUNFERENCIA PUNTEADA ROJA. LA UBICACIÓN DE
LOS SONDEOS SE DEBERÁ AJUSTAR LO MÁXIMO POSIBLE A ESTE PLANO.



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE
ÁVILA

VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

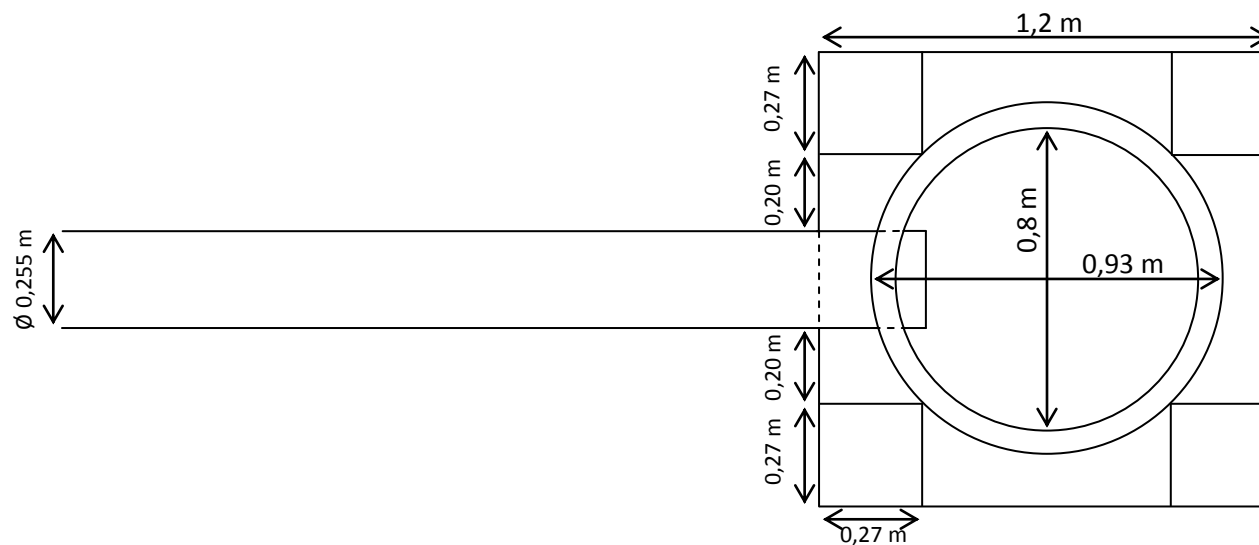
ALTERNATIVA:
La Colilla

ESCALA:
1:500

Nº DE PLANO:
7

PLANO DE: PLANTA RED DE DRENAJE Y
UBICACIÓN DE SONDEOS.
VASO 5

Comentarios: EL RADIO DE INFLUENCIA DE LOS SONDEOS (25 m) SE
MUESTRA CON LA CIRCUNFERENCIA PUNTEADA ROJA. LA UBICACIÓN DE
LOS SONDEOS SE DEBERÁ AJUSTAR LO MÁXIMO POSIBLE A ESTE PLANO.



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE
ÁVILA

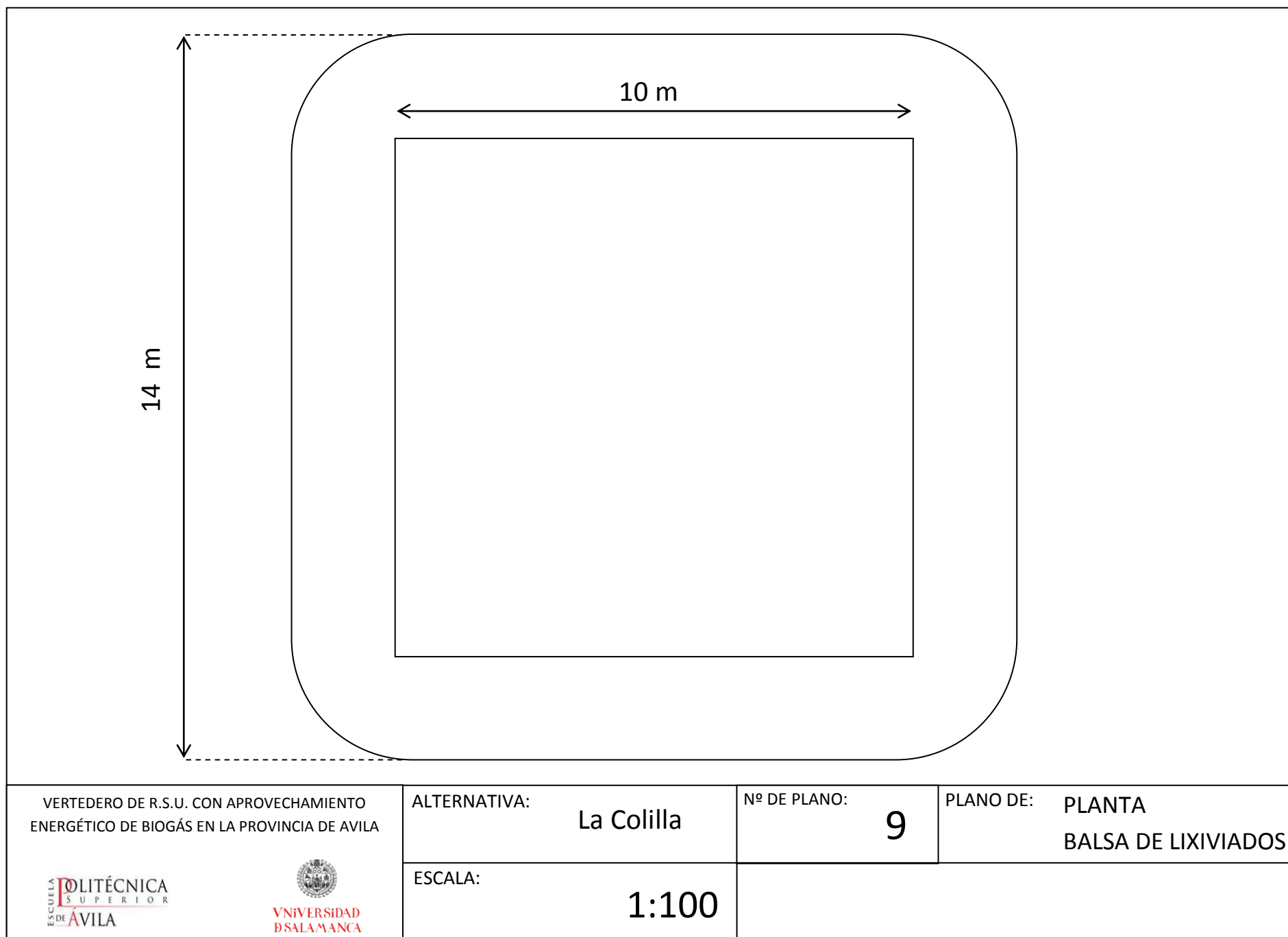
VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

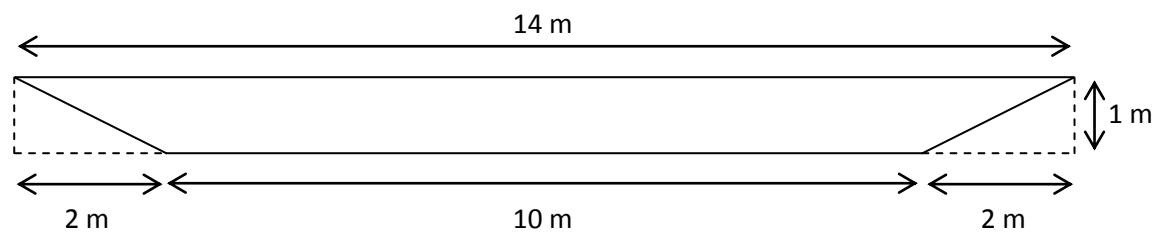
ALTERNATIVA:
La Colilla

ESCALA:
1:20

Nº DE PLANO:
8

PLANO DE: PLANTA POZO DE BOMBEO Y
ARO DE POZO CON TUBERÍA
DE DRENAJE





VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA

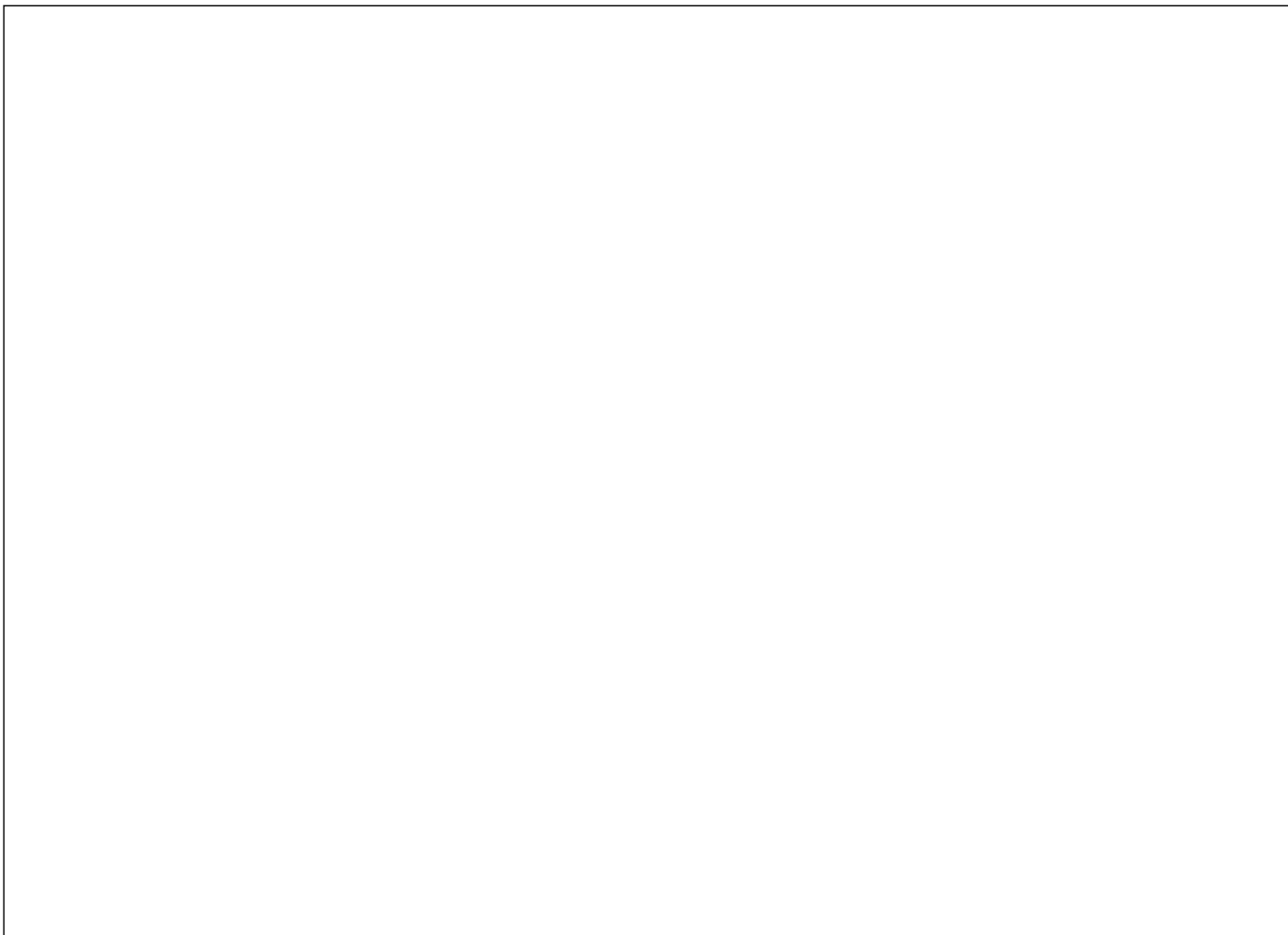
VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

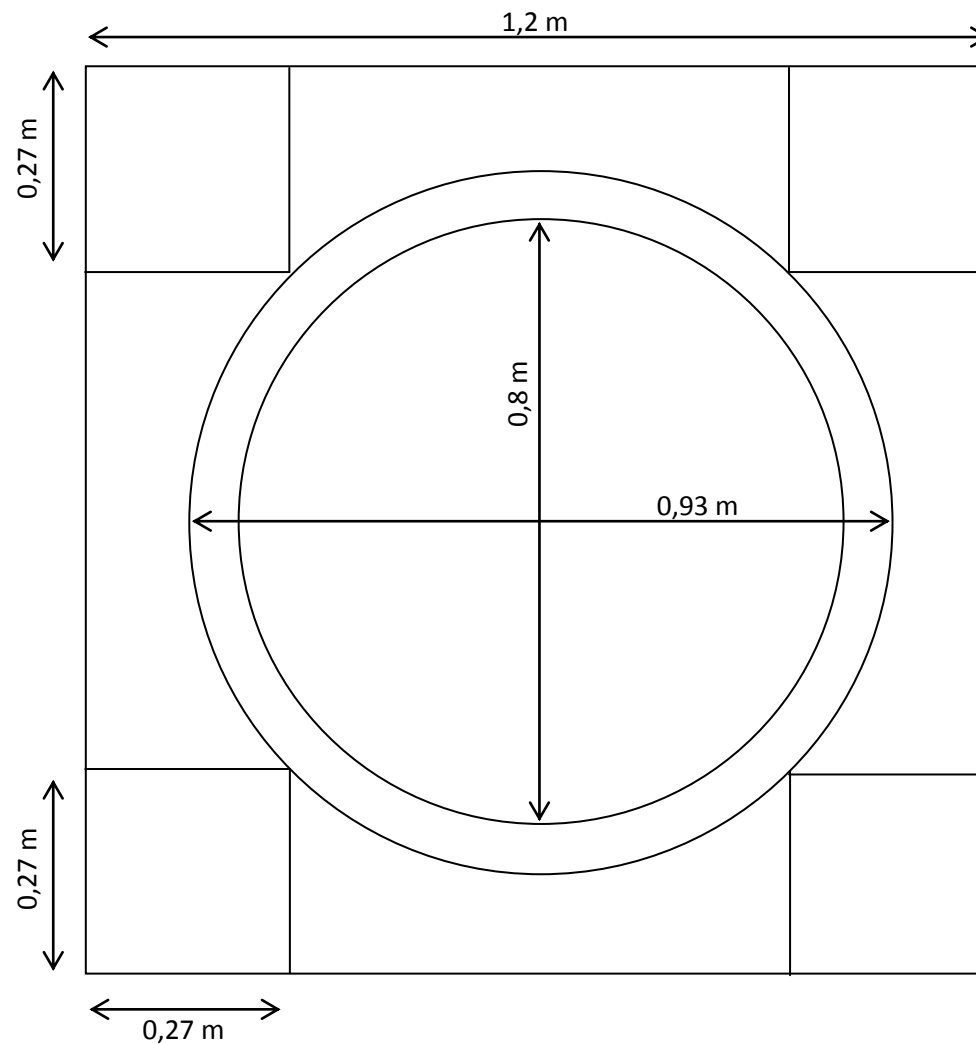
ALTERNATIVA:
La Colilla

ESCALA:
1:100

Nº DE PLANO:
10

PLANO DE: ALZADO
BALSA DE LIXIVIADOS





VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE
ÁVILA



ALTERNATIVA:

La Colilla

ESCALA:

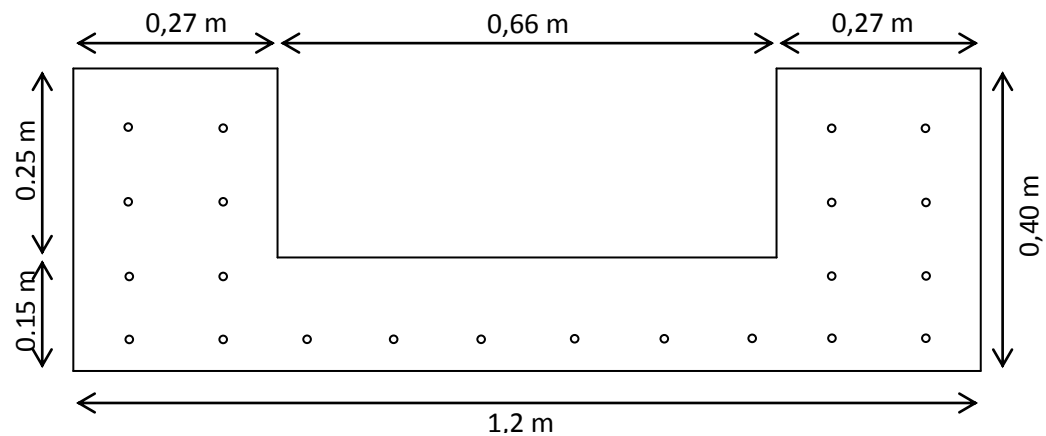
1:10



Nº DE PLANO:

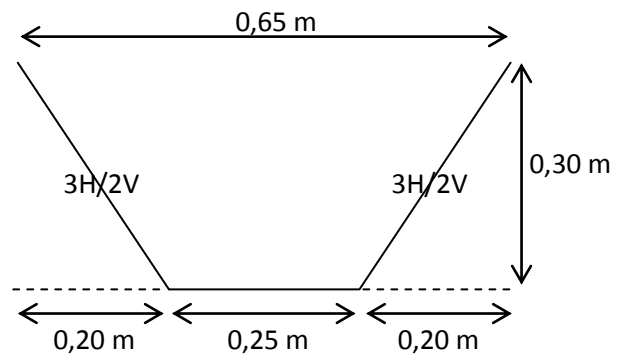
12

PLANO DE:

PLANTA CIMENTACIÓN DE POZO
DE CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS Y
ARO DE POZO



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p> <div>   </div>	<p>ALTERNATIVA: La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO: 13</p>	<p>PLANO DE: SECCIÓN-ALZADA CIMENTACIÓN DE POZO DE CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS</p>
	<p>ESCALA: 1:10</p>		



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA

UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

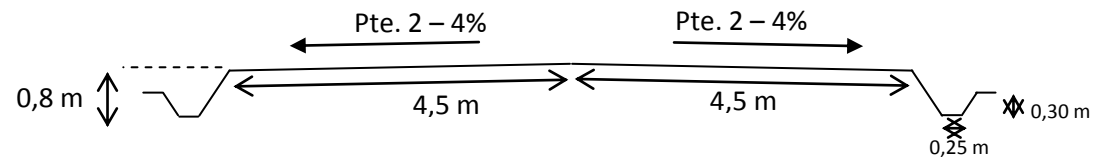
ALTERNATIVA:
La Colilla

ESCALA:
1:10

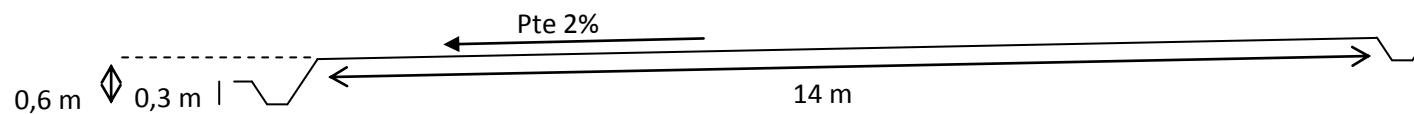
Nº DE PLANO:
14

PLANO DE: SECCIÓN CUNETA DE PISTA DE
ACCESO A LOS VASOS DE VERTIDO

Comentarios: LAS CUNETAS DE ACCESO A LA Balsa DE LIXIVIADOS
Y DE LA PISTA SUPERIOR A LOS VASOS DE VERTIDO TIENEN LA
MISMA SECCIÓN



SECCIÓN RAMPA SUR DE ACCESO A LA Balsa de Lixiviados



SECCIÓN RAMPA NORTE DE ACCESO A LA Balsa de Lixiviados

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

La Colilla

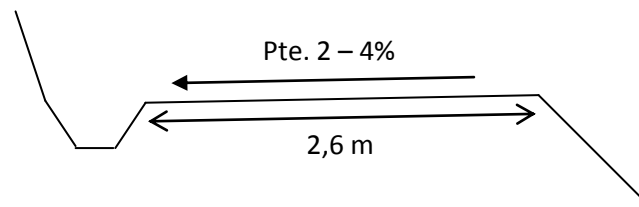
Nº DE PLANO:



15

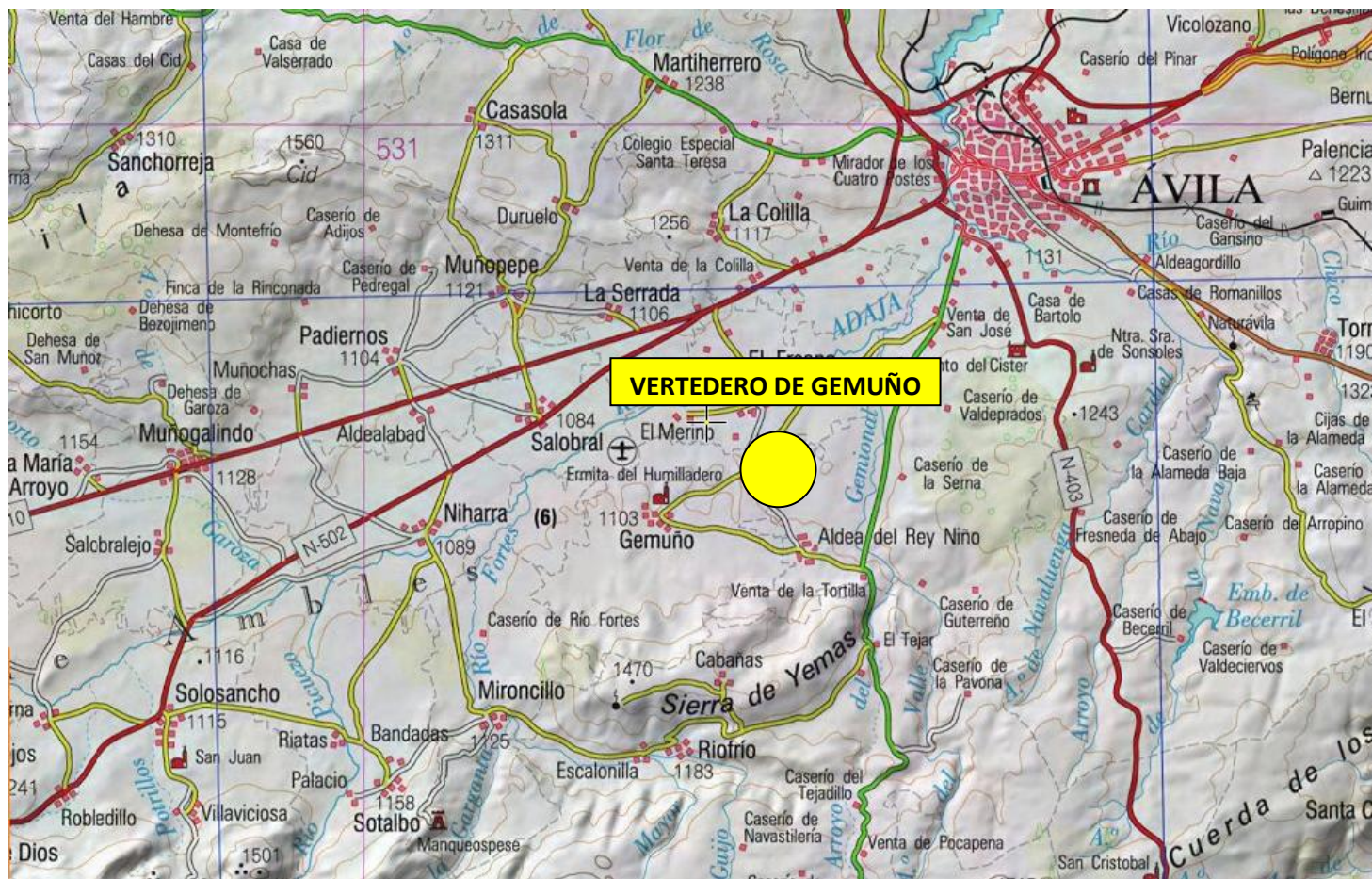
PLANO DE: SECCIÓN RAMPAS DE ACCESO
A LA Balsa de Lixiviados


ESCALA:

1:100





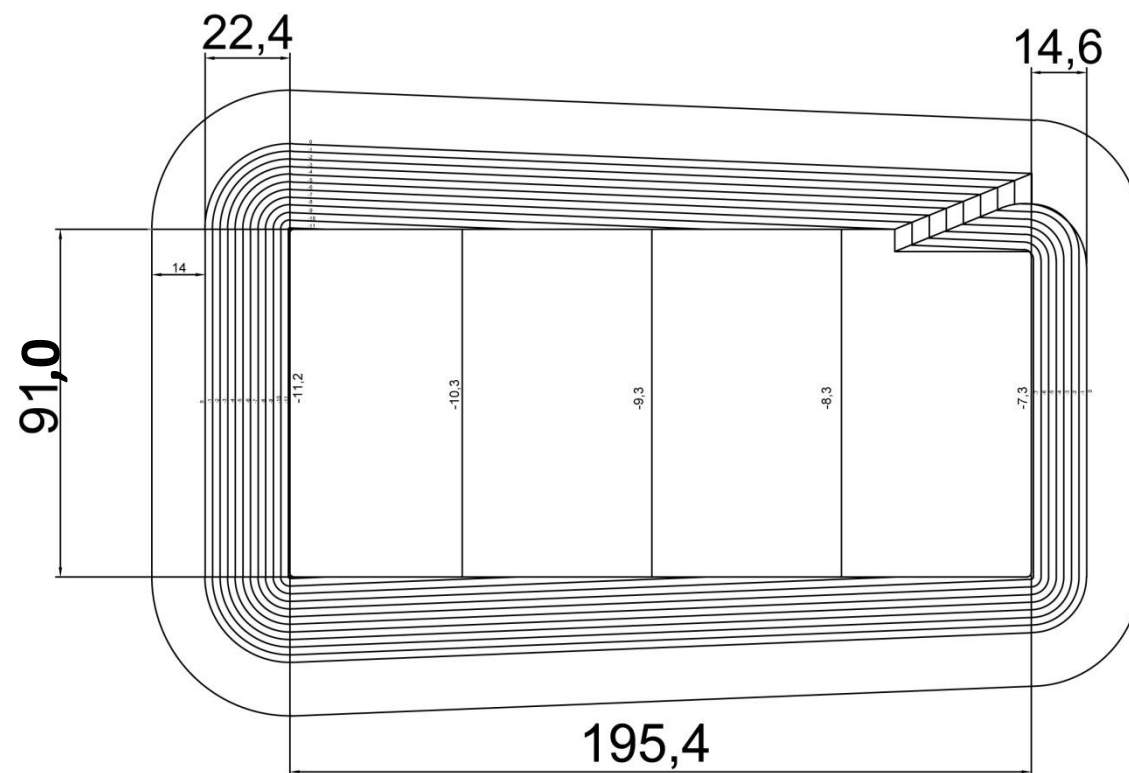
<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA: La Colilla</p>	<p>Nº DE PLANO: 16</p>	<p>PLANO DE: SECCIÓN PISTA DE ACCESO A LOS VASOS DE VERTIDO</p>
<div> <div>  </div> <div>  </div> </div>	<p>ESCALA: 1:50</p>		



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA:</p> <p style="text-align: center;">Gemuño</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p>PLANO DE: SITUACIÓN GENERAL</p>
<div data-bbox="230 1382 412 1460" data-label="Page-Footer"> <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE AVILA</p> </div> <div data-bbox="557 1355 694 1468" data-label="Page-Footer">  <p>VNIVERSIDAD BSALAMANCA</p> </div>	<p>ESCALA:</p> <p style="text-align: center;">1:150.000</p>		



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA: Gemuño</p>	<p>Nº DE PLANO: 2</p>	<p>PLANO DE: ORTOFOTO</p>
<p>   </p>	<p>ESCALA: 1:10.000</p>		



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

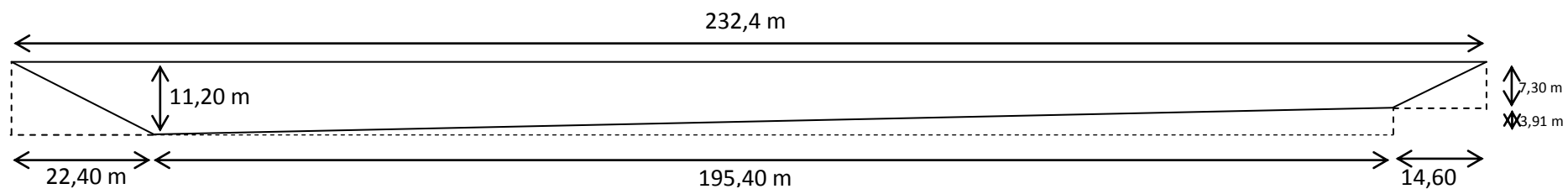
ESCALA:

1:2.000

Nº DE PLANO:

3

PLANO DE: PLANTA DEL VERTEDERO
CON PISTA PERIMETRAL



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

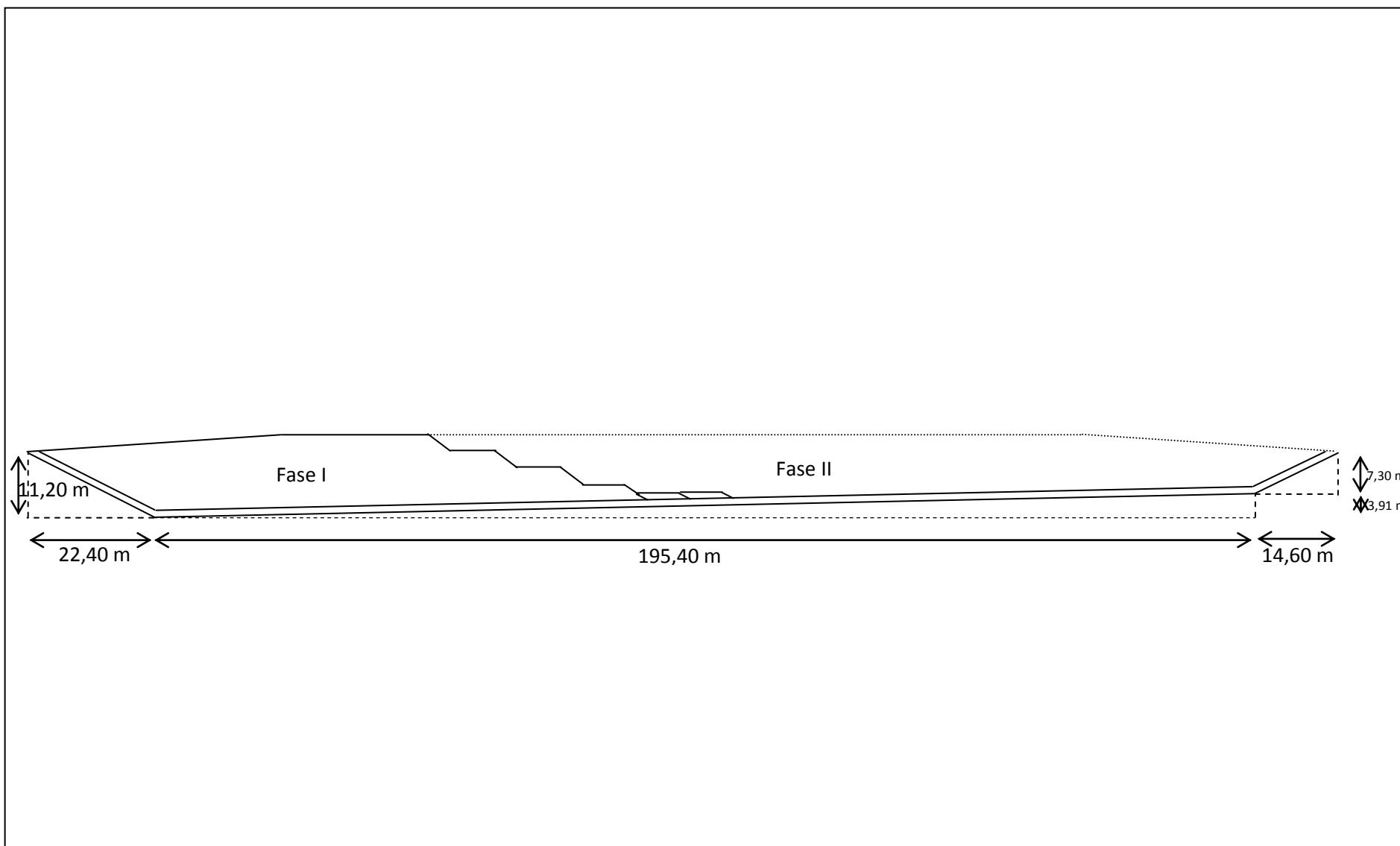
Nº DE PLANO:

4

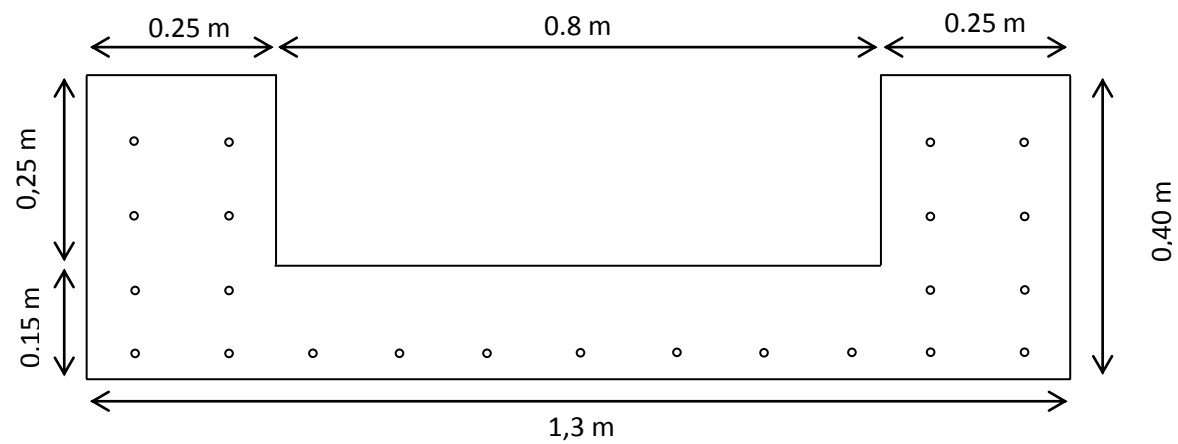
PLANO DE: ALZADO DEL
VERTEDERO

ESCALA:

1:1.000



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA:</p> <p>Gemuño</p>	<p>Nº DE PLANO:</p> <p>5</p>	<p>PLANO DE: SECCIÓN VERTEDERO CON FASES DE VERTIDO (FASE I. LÍNEA CONTINUA; FASE II. LÍNEA PUNTEADA)</p>
<p>ESQUEMA POLITÉCNICA SUPERIOR DE AVILA</p> <p>UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:1000</p>		



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

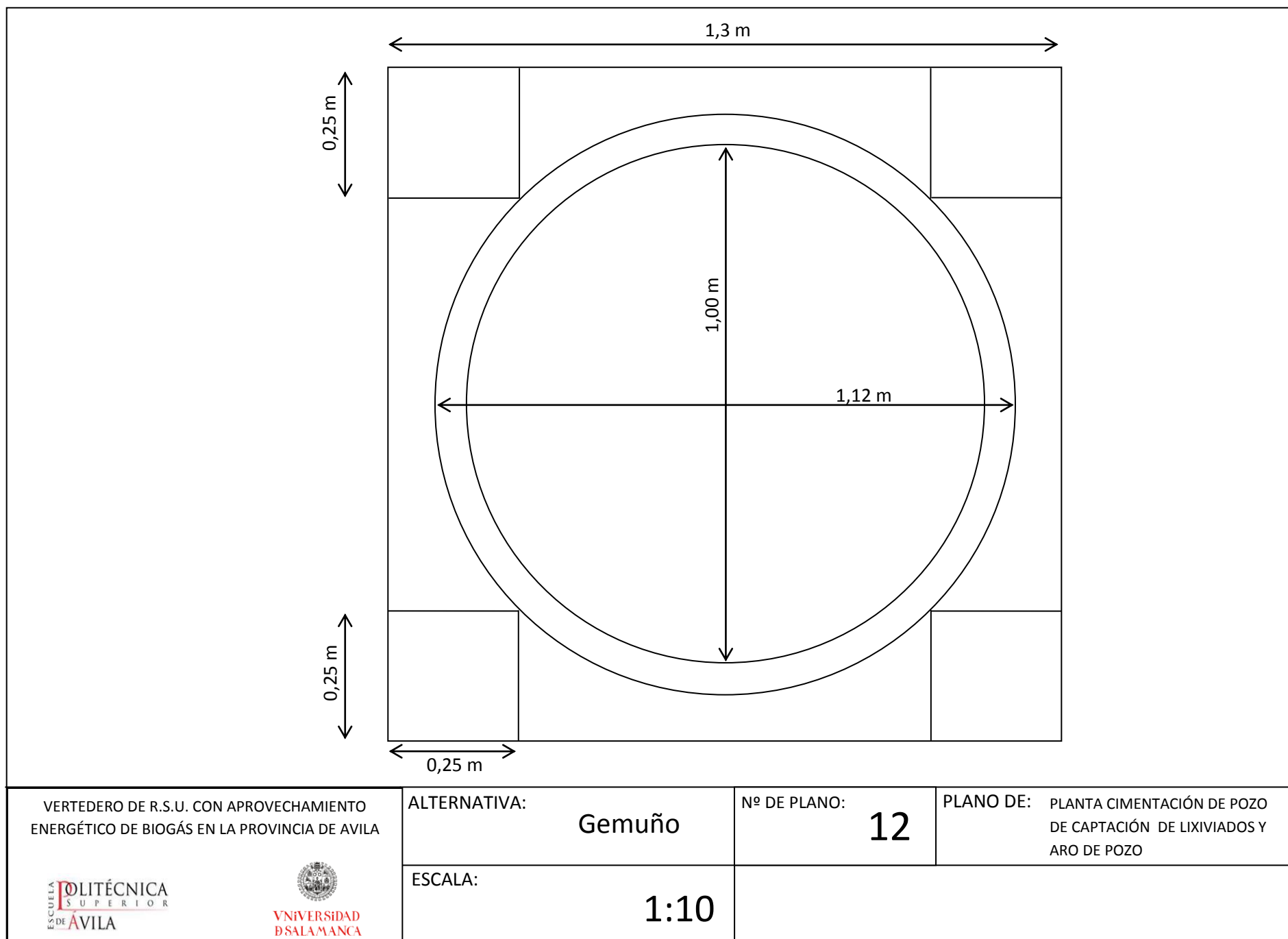
ESCALA:

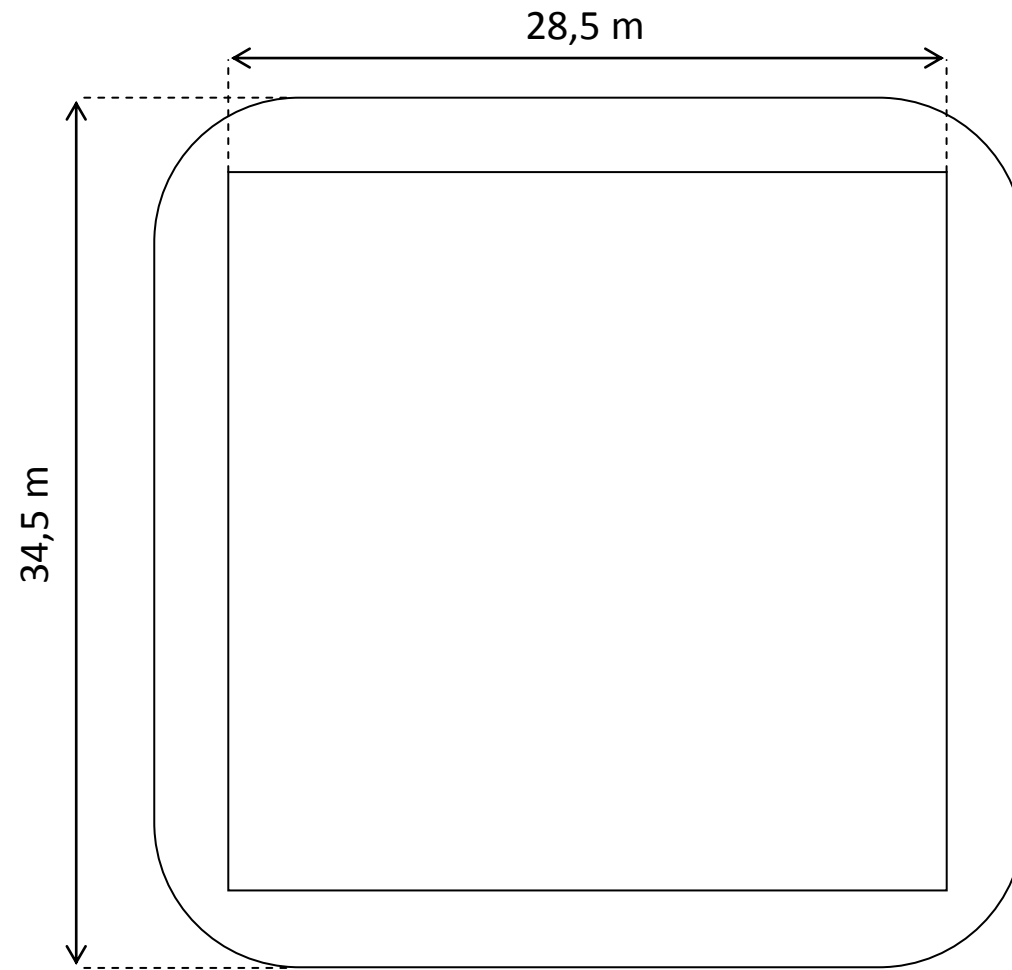
1:10

Nº DE PLANO:

13

PLANO DE: SECCIÓN-ALZADA CIMENTACIÓN
DE POZO DE CAPTACIÓN DE
LIXIVIADOS





VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



ALTERNATIVA:

Gemuño

Nº DE PLANO:

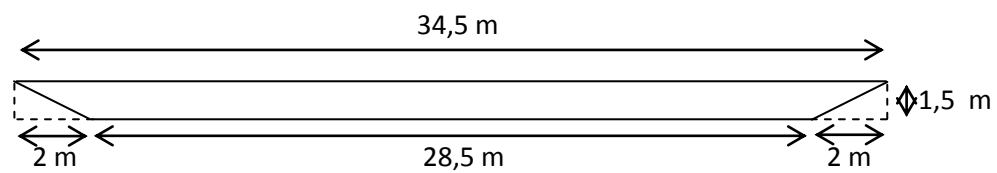
9



PLANO DE:

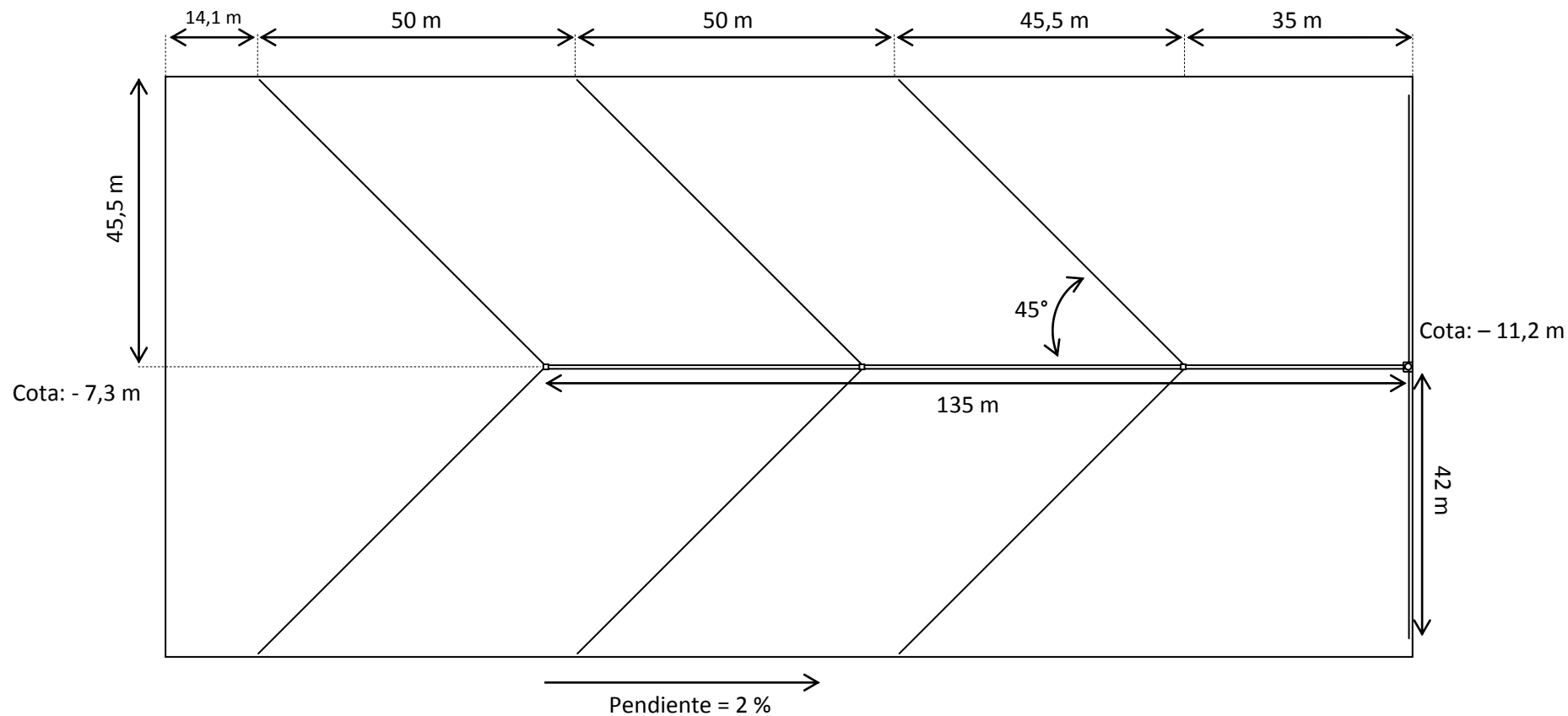
PLANTA
BALSA DE LIXIVIADOS

ESCALA:

1:300



<p>VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA</p>	<p>ALTERNATIVA: Gemuño</p>	<p>Nº DE PLANO: 10</p>	<p>PLANO DE: ALZADO BALSA DE LIXIVIADOS</p>
<p>   </p>	<p>ESCALA: 1:300</p>		



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



ALTERNATIVA:

Gemuño

Nº DE PLANO:

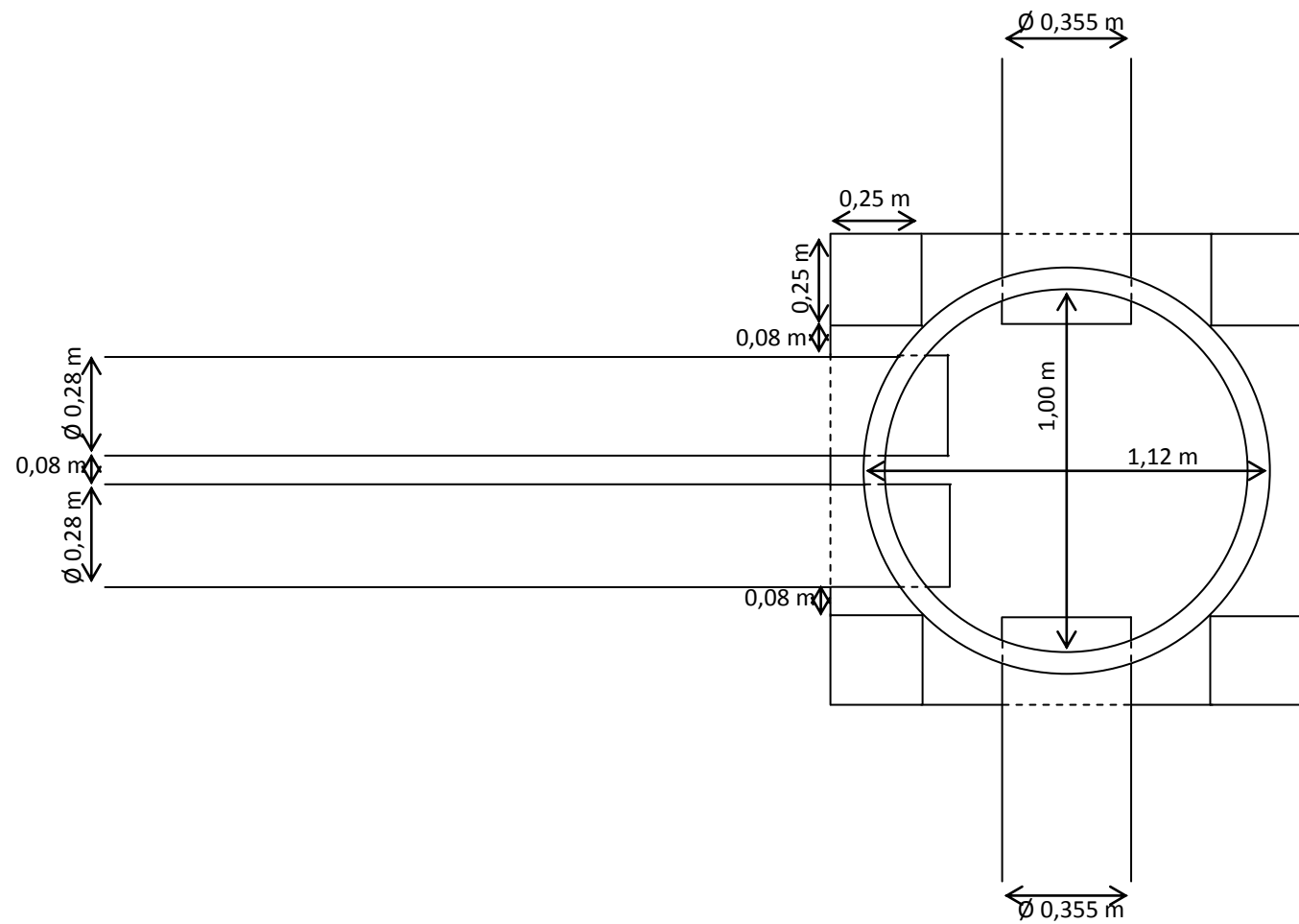
6

PLANO DE:

PLANTA
RED DE DRENAJE

ESCALA:

1:1.000



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



ALTERNATIVA:

Gemuño

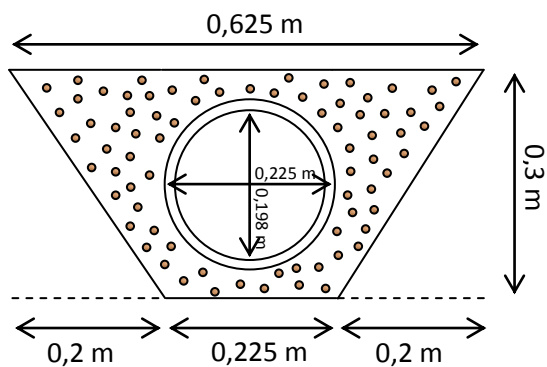
ESCALA:

1:20

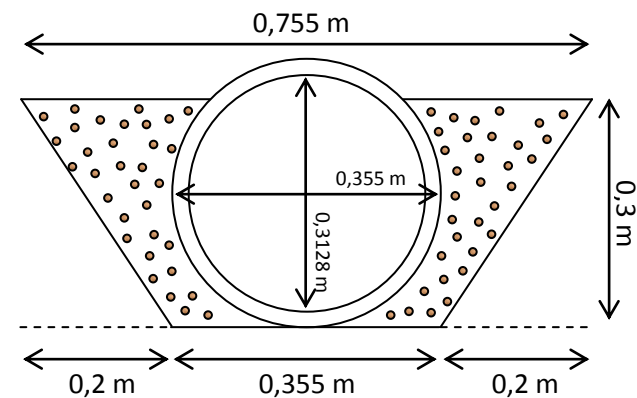
Nº DE PLANO:

7

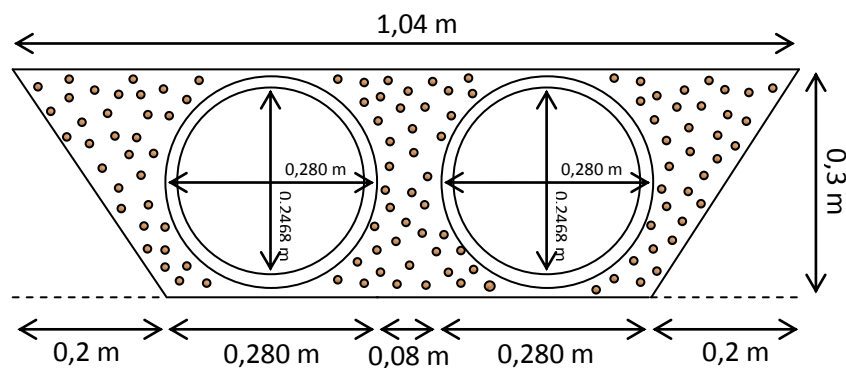
PLANO DE: PLANTA POZO DE BOMBEO Y ARO
DE POZO, CON TUBERÍAS DE
DRENAJE



ZANJA LATERAL "ESPINA DE PEZ"



ZANJA TRANSVERSAL INFERIOR



ZANJA CENTRAL "ESPINA DE PEZ"

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE
ÁVILA



VNIVERSIDAD
BSALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

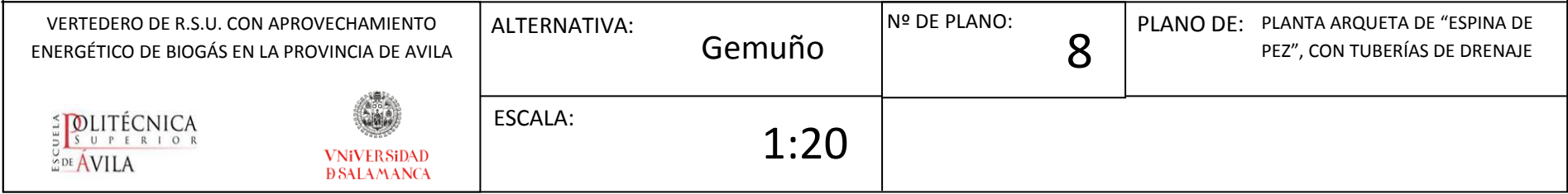
Nº DE PLANO:

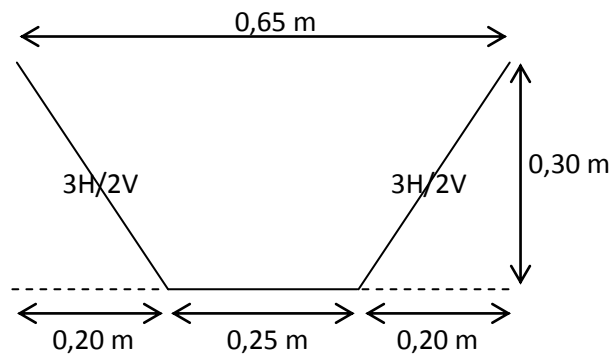
11

PLANO DE: SECCIÓN ZANJAS DE DRENAJE
CON TUBERÍAS DE DRENAJE

ESCALA:

1:10





VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA



UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

Nº DE PLANO:

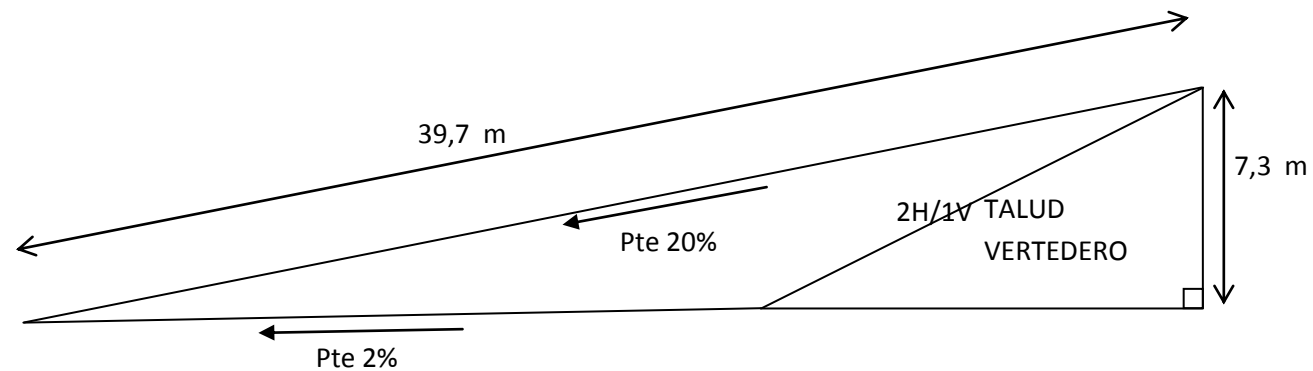
14

PLANO DE: SECCIÓN CUNETA EXTERIOR A LA
PISTA PERIMETRAL DEL VASO DE
VERTIDO.

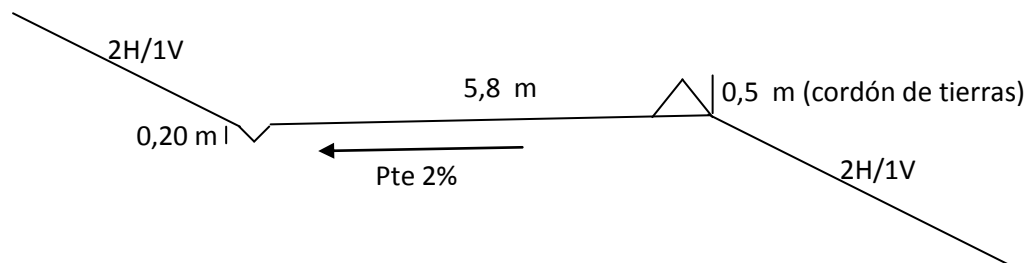
ESCALA:

1:10

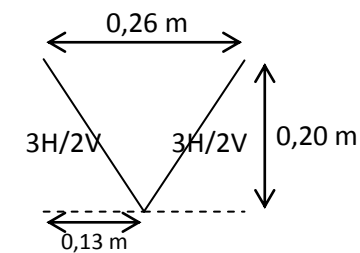
Comentarios: LAS CUNETAS DEL CAMINO DE ACCESO A LA
ZONA DE VERTIDO TIENEN IGUAL SECCIÓN.



ALZADO-SECCIÓN LONGITUDINAL ESCALA 1: 250



ALZADO-SECCIÓN TRANSVERSAL ESCALA 1: 100



SECCIÓN DE CUNETA ESCALA 1:10

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE AVILA

UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

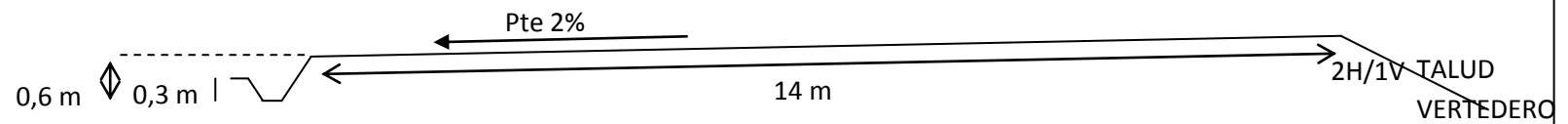
Nº DE PLANO:

15

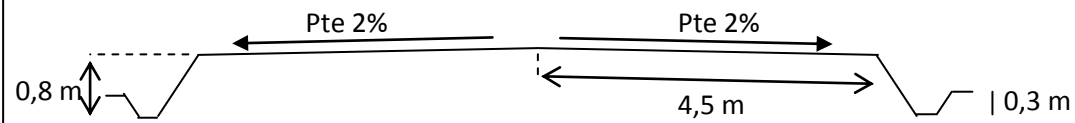
PLANO DE: SECCIÓN LONGITUDINAL Y
TRANSVERSAL DE RAMPA DE
ACCESO AL VASO DE VERTIDO

ESCALA:

1:100 / 1:250 / 1:10



SECCIÓN TRANSVERSAL DE PISTA PERIMETRAL AL VASO



SECCIÓN TRANSVERSAL CAMINO DE ACCESO AL VASO

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO
ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

ESCUELA
POLITÉCNICA
SUPERIOR
DE
ÁVILA


UNIVERSIDAD
DE SALAMANCA

ALTERNATIVA:

Gemuño

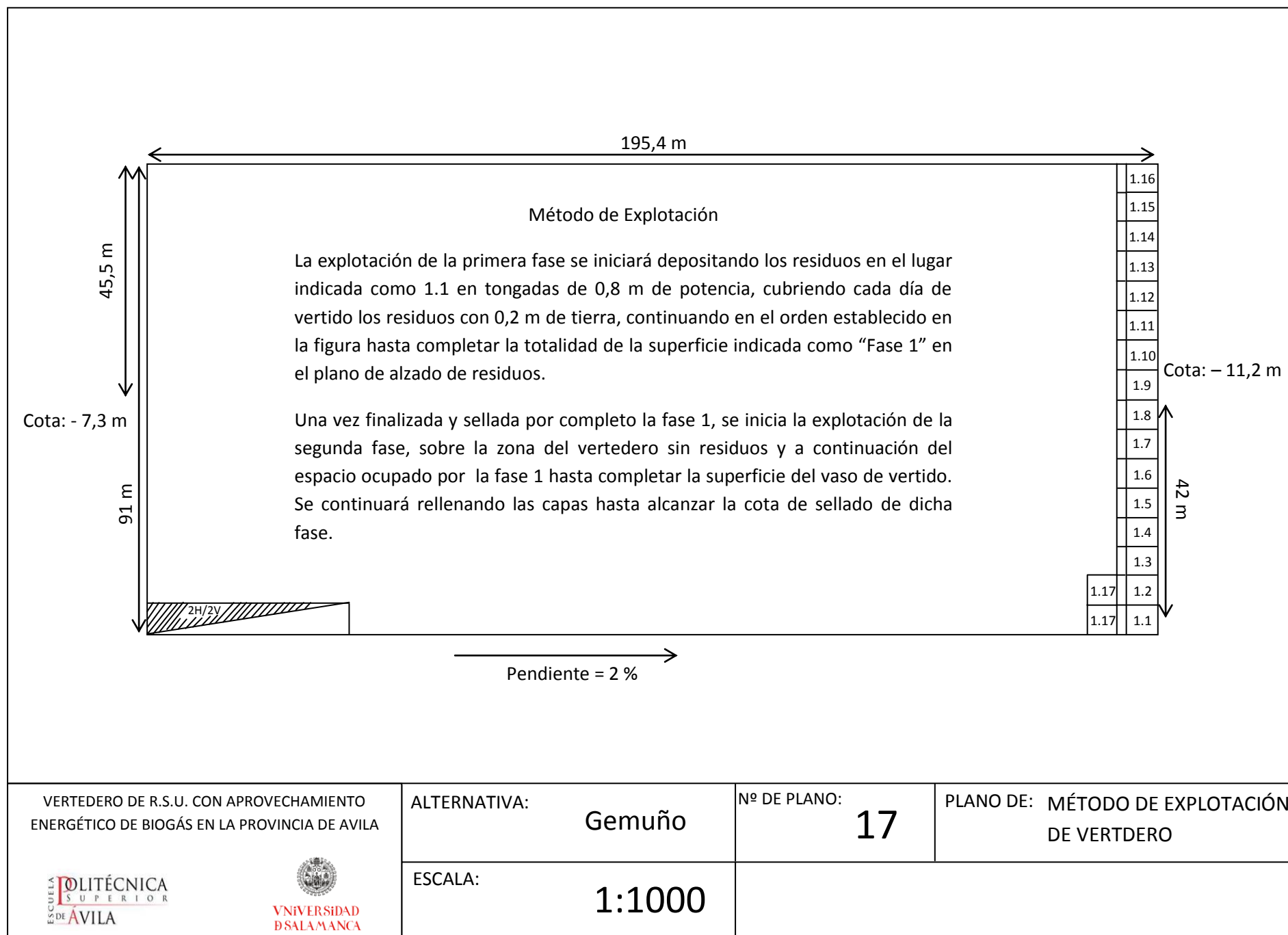
Nº DE PLANO:

16

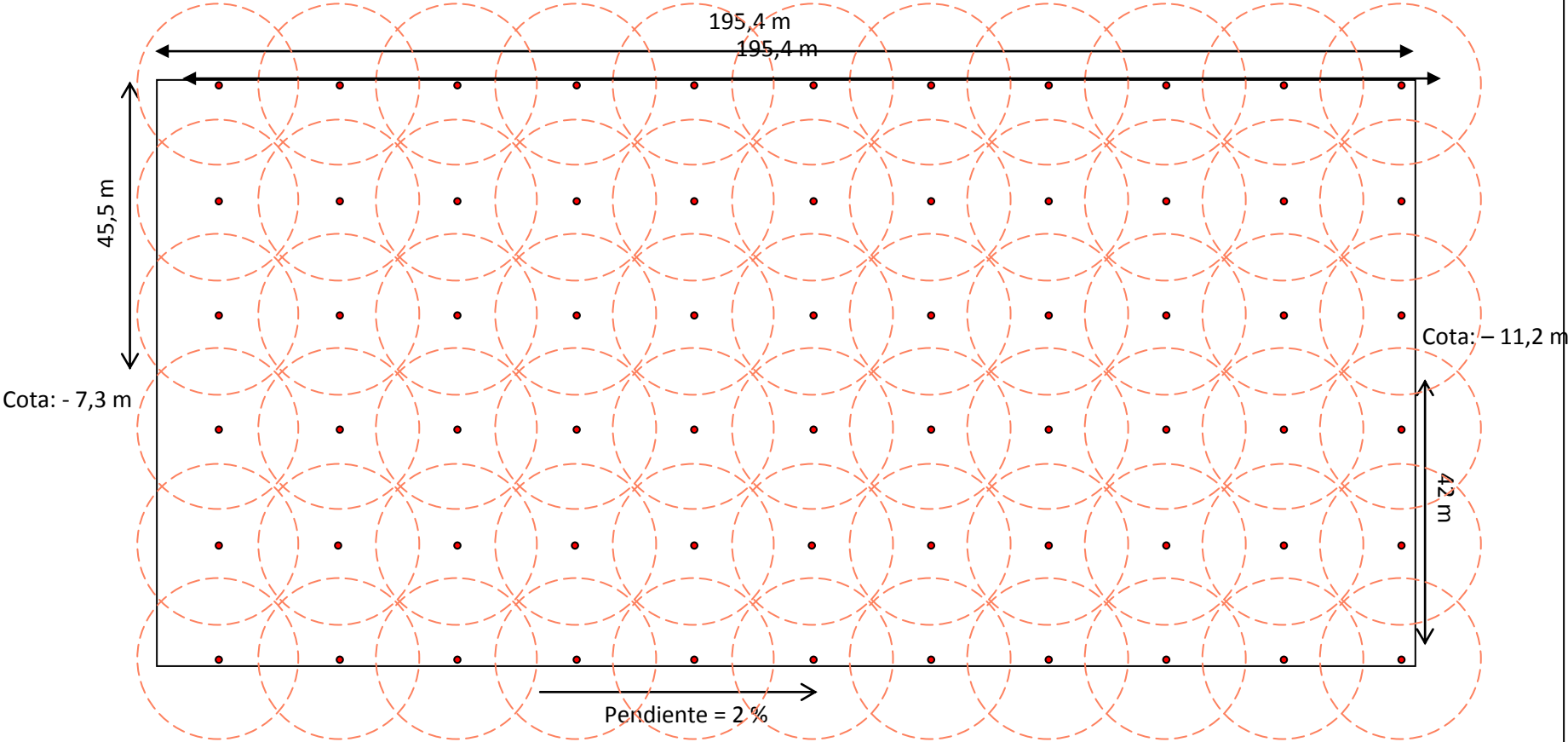
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES DE
CAMINO DE ACCESO Y PISTA
PERIMETRAL AL VASO DE VERTIDO

ESCALA:

1:100



LA INSTALACION DE LAS CHIMENEAS IRÁ SOLIDARIA A LA UBICAICÓN DE LOS RESIDUOS EN EL VERTEDERO, ESTO ES, LAS CHIMENEAS SE UBICARÁN EN CADA POSICIÓN INMEDIATAMENTE ANTES DE COMENZAR EL VERTIDO EN ESE PUNTO.



VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA	ALTERNATIVA:	Gemuño	Nº DE PLANO:	18	PLANO DE: UBICACIÓN DE CHIMENEAS DE RECRECIMIENTO.
	ESCALA:	1:1000	LOS RADIOS DE INFLUENCIA SOBRESALEN FUERA DE LA BASE DEL VERTEDERO, PORQUE A MEDIDA QUE AUMENTA LA POTECIA DE LOS RESIDUOS AUMENTA TAMBIÉN LA EXTENSIÓN SUPERFICIAL QUE CUBREN. DE ESTE MODO SE CUBRE TODO EL RESIDUO.		

DOCUMENTO Nº 3

**PLIEGO DE
PRESCRIPCIONES
TÉCNICAS**

INDICE

CAPITULO I. -

NORMAS O DISPOSICIONES GENERALES OBLUGATORIAS Y VIGENTES

CAPITULO II. -

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

CAPITULO III. -

CONDICIONES GENERALES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

CAPITULO IV. -

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

CAPITULO V. –

MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

CAPITULO VI. -

CONDICIONES GENERALES

CAPITULO I. –

NORMAS O DISPOSICIONES GENERALES OBLIGATORIAS Y VIGENTES

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Serán de aplicación a las Obras del presente Proyecto, en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de lo dispuesto explícitamente en el presente Pliego, las Disposiciones de carácter general vigente para este tipo de obras y en particular las que se relacionan a continuación.

a) Con carácter general

- R.D. Legislativo 3/2011 de 14 Noviembre por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995 de 8 de Noviembre (B.O.E nº 269 10-11-1995).
- REAL DECRETO 604/2006, de 19 de Mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997 y el R.D. 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obras de construcción.
- LEY 6/2001 de 8 de Mayo, de modificación del R.D. 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- LEY 11/2003 de 8 de Abril de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- CTE, Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 105/2008 del 1 de Febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.
- Ley 32/2006 del 18 de Octubre reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 1109/2007 del 24 de Agosto por el que se desarrolla la Ley 32/2006
- R.D. 337/2010 del 19 de Marzo por el que s modifican el R.D. 39/1997, el R.D. 1109/2007 y el R.D. 1627/1997.

b) Con carácter específico

- PLIEGO DE CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS PARTICULARES que se establezcan para la contratación de estas obras.
- PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE CONGLOMERANTES HIDRÁULICOS, RC – 08.

- INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ETSTRUCTURAL (EHE-08), aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de Diciembre (En siguientes referencias EH-08).
- R.D. 1481/2001 por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, modificado por el R.D. 1304/2009 del 31 de Julio.

c) Nota complementaria

- Las leyes, Reglamento y Pliego citados en los cuatro primeros puntos de este Artículo, regirán en tanto no estén en contradicción con las Normas de Pliego de Cláusulas Administrativas. Particulares que se dicte para la adjudicación de estas obras.
- LAS RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACIÓN, TRANSPORTE Y MONTAJE DE TUBOS DE HORMIGÓN EN MASA, publicados en 1.973 por el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento (THM-73).
- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA PBRA DE CARRETERAS Y PUENTES, aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1.976. (En siguientes referencias PG-3).
- El Contratista deberá conocerlo y el Ingeniero Director de las Obras podrá remitirse a él durante la ejecución de las mismas. Así mismo será de obligado cumplimiento toda Legislación aplicable que se promulgue, siempre que esté vigente con anterioridad a la fecha del contrato.

CAPITULO II. –

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras incluidas en este proyecto son las siguientes:

La Colilla

Fase-1.

Limpieza y retirada de la vegetación de los márgenes de las antiguas pistas de acceso a la cantera. Éstas, presentan una anchura que oscila entre 2 – 2,6 m en toda su extensión.

Posteriormente a la limpieza vegetal realizada, se retirará el material existente a ambos lados de la pista a fin de mantener el ancho mínimo de ésta en 2,6 m. En total se retirarán 215 m³ de material.

Se adjuntan en el Anexo Nº4, ortofotos de las citadas pistas.

Fase-2.

Se procederá a la retirada de los volúmenes de granito existentes en las zonas de vertido. Éstos proceden de la antigua actividad de extracción del granito llevada a cabo en la cantera. En total se retirarán 7607,42 m³, de los cuales un 60% son piezas de granito de tamaño menor 0,5 m, un 30% son bloques de granito de 1 - 1,5 m, mientras que el 10% restante son tierras.

Carga, transporte y vertido del material granítico de mayor tamaño para ensanchar las plataformas, existentes de la antigua explotación, en las áreas de vertido. La fracción más pequeña servirá, junto con las tierras, para formar la zorra con la que se construirá el firme de la pista y rampa de acceso, debidamente compactada. Para la realización de las pistas se utilizarán como base las antiguas pistas de acceso a la cantera.

El material granítico restante se machacará para su venta.

Se adjuntan en el Anexo Nº4, las ortofotos de los vasos de vertido.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zorra en la pista de acceso a los vasos, a fin de conseguir una superficie de rodadura lo más homogénea y nivelada posible. El firme de zorra tendrá un espesor mínimo de 15 cm. La longitud total del firme de zorra será de 1292 m. El volumen estimado de zorra a utilizar será de 840 m³.

Terraplenado para construcción de sobreanchos en las curvas y desmonte para apartaderos en los puntos mostrados en el Anexo N°8 Cálculos. El volumen total de terraplenado asciende a 244,68 m³ y el de desmonte 215,1 m³.

Desmonte y terraplenado de la tierra de cobertera para construir las rampas de acceso a la extensión superior de los vasos de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo N°4 se indica el lugar exacto en el que se construirán las rampas. La superficie de la rampa sur tiene una longitud de 67 m, una anchura de 9 m y una pendiente del 20%. El volumen de terraplenado es un 80% del volumen de desmonte, la tierra sobrante se utilizará en la zahorra que formará el firme de la pista y la propia rampa. El volumen de desmonte asciende aproximadamente a 270m³, calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 1m. Construcción mediante firme de zahorra de la rampa norte, según planos.

La rampa tendrá una longitud aproximada de 200 metros, una anchura de 6 metros y un firme de zahorra medio de 0,6 m. El volumen de zahorra para construir esta pista es de 720 m³.

Construcción de cunetas trapezoidales laterales en el interior de las pistas y a ambos lados de la rampa y pista superior a los vasos de vertido según planos.

Fase-4.

Limpieza, nivelación y refino de la superficie del primer vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, de espesor mínimo 0,5 m, debidamente compactada, para conseguir la nivelación adecuada con un 2% de pendiente transversal hacia la línea central del vaso y un 2% de pendiente longitudinal hacia el interior del mismo.

La barrera geológica natural está formada por granito con una permeabilidad que oscila entre $1 \cdot 10^{-7}$ m/s para las zonas fracturas y $1 \cdot 10^{-10}$ m/s para las zonas de granito menos fracturado.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de espesor mínimo 0,5 m. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido. Una vez preparada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la arcilla en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al

95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas.

El volumen total de arcilla para el sellado de todos los vasos de vertido asciende a 12.245,0 m³. Sobre la capa de arcillas se llevará a cabo la excavación de las zanjas de que alojarán el sistema de drenaje.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente, y sobre éste una capa de geotextil de protección.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una zanja dispuesta longitudinalmente en el fondo del vaso (en cada vaso) con una pendiente del 2% hacia el interior del mismo. La zanja va cubierta con PEAD, encima de éste se coloca la capa de geotextil de protección y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE Ø_{exterior} 225 mm, y pared de 13,4 mm que desemboca en una arqueta-pozo de bombeo como se muestra en los planos. La zanja se rellena de grava 20-40 mm y encima del PEAD se extenderá una capa de grava rodada silíceas de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

El volumen real del primer vaso de vertido son 11.850,6 m³ y su superficie 1.315,3 m². La capacidad útil resulta de restar al anterior el volumen ocupado por las capas de arcilla y grava de drenaje, por tanto, se tiene:

$$11.850,6 - (0,5 + 0,5) \cdot 1.315,3 = 10.535,3 \text{ m}^3 \text{ útiles}$$

A medida que se vaya alcanzando el nivel de sellado de cada vaso de vertido, se procederá a la limpieza, nivelación y refino del siguiente vaso de vertido, y la instalación de la red de drenaje, operando del modo descrito anteriormente.

Los volúmenes de los siguientes vasos de vertido son:

Número de Vaso	Volumen Real (m ³)	Superficie (m ²)	Volumen Útil (m ³)
2	4.688,1	523,4	4.164,7
3	8.619,3	1.658,2	6.961,1
4	12.959,8	1.654,4	11.305,4
5	911,9	280,6	631,3

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá desde el SE del vertedero al NO del mismo, en concreto desde el camino que será pista de acceso a los vasos de vertido hasta el último vaso de vertido. Por la zona norte del vertedero no es necesaria la instalación de vallado por la existencia de desnivel pronunciado que actúa de barrera natural.

Se instalarán compuertas de en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 3 m de anchura en la pista de acceso a los vasos de vertido, y de 6 m de anchura en la coronación de la rampa de acceso a la explanada superior a los vasos de vertido. La longitud total de vallado asciende a 720 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4.

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{max} = 1658,2 \text{ m}^2$$

Luego: $V_{lix} = 50 \cdot 1658,2 = 82.910 \text{ l} = 82,9 \text{ m}^3$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1 m de profundidad (1,5 m para extender la arcilla encima), taludes 1V/2H y 10 m de lado en la base con una capacidad total de cerca de 150 m^3 . La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del material granítico respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor, compactada en tongadas de 15 cm, tanto en el fondo de la balsa como en los taludes. El volumen total de arcilla compactada asciende a $111,16 \text{ m}^3$, considerando un coeficiente de esponjamiento del 30% el volumen de arcilla será $144,5 \text{ m}^3$. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral de sección triangular exterior de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por completo, con una longitud total de 59,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado este del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 68 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y del vallado perimetral en el Anexo N°4.

Fase-8.

Inicio de la explotación de los vasos de vertido en el orden de numeración. La basura se cubrirá cada día de vertido con 15 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Se indica la numeración de los vasos en el Anexo N°4.

Fase-9.

Cuando se ha alcanzado la cota de sellado del vaso, antes de sellar se realizarán los sondeos a rotación para introducir las tuberías de PEAD ranuradas con empaque de gravas. Posteriormente se sellará el residuo.

Captación del biogás mediante sondeos a rotación de 50 cm de diámetro, con una profundidad de hasta 1 m por encima del fondo del vaso y colocados de manera que tengan un radio de influencia de 25 m.

En el interior del sondeo se colocará un tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm y un empaque de gravas de 20-40 mm.

La ubicación de los sondeos se indica en el Documento Nº2 Planos, y los detalles de la red de captación de biogás se explican en el Anexo Nº16 Aprovechamiento energético del Biogás.

Se ha optado por la captación del biogás mediante sondeos a rotación en lugar de las chimeneas de recrecimiento que se han diseñado en la propuesta de Gemuño, porque en este caso, no hay suficiente espacio para maniobrar con seguridad la maquinaria de trabajo si al mismo tiempo se tienen las chimeneas de recrecimiento en el vaso.

Fase-10.

Una vez realizados los sondeos a rotación para introducir las tuberías de PEAD ranuradas y el empaque de gravas, se procederá al sellado del mismo. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de > 400 g/m² con una resistencia a tracción > 5 KN/m y una capacidad de flujo > 0,70 l/s·m)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.

- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s} \cdot \text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 60 cm

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Fase-11.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según Anexo Nº 10 Restauración Ambiental.

Gemuño

Fase-1.

Desmante y terraplenado de la tierra de cobertera para construir el camino de acceso a la zona de excavación desde el camino indicado que a su vez sale de la carretera AV-P-403 que une los municipios de El Fresno y Gemuño, al comienzo de las labores de excavación del vaso de vertido. En los mapas de ubicación del Anexo Nº4, se indica el lugar exacto en el que se construirá el camino. Se ha seleccionado el trazado de modo que el volumen de terraplenado sea aproximadamente el 100% del volumen de desmante. El volumen de desmante asciende aproximadamente a 640m^3 , calculado por el método de las secciones equidistantes, con una equidistancia de 5m.

Extensión y compactación de la zahorra para firme del camino de acceso. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm debidamente compactado en dos tongadas de aproximadamente 12,5 cm.

Sus características técnicas son:

Longitud (m)	Anchura (m)	Pendiente Longitudinal Máxima (%)	Tipo de firme	Volumen de zahorra (m3)
285	9	20	Zahorra compactada	385

Las cunetas de desagüe se detallan en el Anexo Nº 8 en el Documento Nº2.

Fase-2.

Desmante y terraplenado del perímetro exterior a la zona de excavación del vaso de vertido. El volumen de terraplenado será aproximadamente un 80% del volumen de desmante medido con el método de las secciones paralelas. El material de cobertera se retirará y acopiará para su uso en la revegetación, y el exceso de material útil se empleará para zahorra. El volumen total de desmante asciende a 13.010,8 m³.

Excavación del relleno sanitario por medios mecánicos, según lo dispuesto en los planos.

El volumen excavado asciende a 219.423,45 m³. La primera capa de tierra vegetal se retirará y acopiará para su posterior uso en la restauración del hueco. Las capas de arenas con gravas o ligeramente arcillosas se acopiarán para el recubrimiento diario de la basura y su uso como zahorra en las pistas. La arcilla limpia se utilizará en la impermeabilización del fondo del vaso, por si sola si cumple las especificaciones requerías, o mezclada con otra arcilla si no cumple.

Se adjuntan mapas de situación y planos de diseño en los anexos Anexo Nº4 y Documento Nº2 Planos.

Fase-3.

Extensión y compactación de la zahorra para construcción de la pista perimetral al vaso de vertido y sobre la rampa de acceso al vaso de vertido. El firme de zahorra tendrá un espesor mínimo de 25 cm en la pista perimetral y 35 cm en la rampa de acceso al vaso. El perímetro exterior de la pista perimetral tiene una longitud de 818,2 m, y el interior de 730,2 m.

La rampa de acceso al vaso de vertido desde la pista superior tiene una longitud de 39,7 m y una anchura de 5,8 m.

El volumen estimado de zavorra a utilizar para la construcción de la pista perimetral al vaso de vertido será de 2709,7 m³. El volumen estimado de zavorra a utilizar para el firme de la rampa de acceso al vaso de vertido es de 80,6 m³. El firme se construirá con zavorra conformada con material extraído de la excavación y material de préstamo. La pista tendrá una anchura de 14 m, se ubicará a una distancia de 1,5 m del borde superior del vaso de vertido. Los lados rectos tendrán una pendiente transversal del 2% hacia el exterior. En las curvas, la pendiente transversal o peralte será del 0%. La pendiente longitudinal de la pista será, en todos sus lados, del 0%. Se adjuntan planos de la pista en el Anexo N°8 y Doc.N°2.

Se excavará una cuneta trapezoidal exterior a la pista de 821,4 m de longitud, cuya sección y datos técnicos se detallan en el Anexo N°8 Cálculos y Doc. N°2 Planos.

Fase-4.

Impermeabilización de vaso de vertido. Para ello se utilizará una capa de arcilla impermeable, de 0,8 m de espesor en el fondo del vaso y 0,5 m de espesor en los taludes, debidamente compactada. Se dará la nivelación adecuada al fondo con un 2% de pendiente longitudinal hacia el lado de menor cota del vaso.

La geología del terreno está formada materiales detríticos de edad terciaria y cuaternaria procedentes de la erosión de los materiales ígneos y metamórficos que circundan el valle. Los materiales cuaternarios formados por arenas y bolos constituyen los aluviales de los ríos y presentan espesores del orden de 8-10 m. La permeabilidad oscila entre $1 \cdot 10^{-3}$ m/s y $1 \cdot 10^{-7}$ m/s, exceptuando algún lentejón de arcilla más o menos pura con permeabilidad inferior a $1 \cdot 10^{-10}$ m/s.

Actuando conforme a lo establecido en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertederos, la barrera geológica artificial estará formada por una capa de arcilla de 0,8 m de espesor. Se procederá a la extensión y compactación de capas sucesivas de arcilla con un coeficiente de permeabilidad inferior al límite establecido por la ley para lograr la impermeabilización del vaso de vertido, la extensión de la arcilla se realizará en tongadas de 0,15 m de espesor compactándolas de modo que la densidad alcanzada en cada una no sea inferior al 95% de la máxima obtenida en un ensayo Próctor Modificado (NLT 108/76). Se emplearán preferentemente compactadoras de rueda neumáticas. El volumen de arcilla compactada será de 18.838,1 m³ y sin compactar considerando un esponjamiento medio del 30% el volumen será de 24.489,5 m³.

Sobre la capa de arcilla se llevará a cabo la excavación de las zanjas de 0,3 m de profundidad en forma de espina de pez, que alojarán el sistema de drenaje, según planos.

Sobre la capa de arcilla impermeable se dispondrá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior de 50 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de los taludes, que rodeará por completo el vaso. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Colocación de lámina de geotextil protector sobre PEAD.

Fase-5.

Construcción de la red de captación de lixiviados. En la fase anterior se excavó una red de zanjas dispuestas en forma de espina de pez. La zanja va cubierta con PEAD y lámina de geotextil, encima de éste y dentro de la zanja se colocará la tubería ranurada de drenaje de PE Ø exterior 225 mm, y pared de 13,4 mm para las zanjas laterales, PE Ø exterior 280 mm, y pared de 16,6 mm para la zanja longitudinal central, y PE Ø exterior 355 mm, y pared de 21,1 mm para la zanja transversal del fondo del vaso. El extremo de menor cota de la zanja longitudinal central y la zanja transversal del fondo del vaso desembocan en una arqueta central como se muestra en los planos. En cada zanja se colocará un empaque de grava 20-40 mm sobre los tubos corrugados de PE hasta llegar a la cota del PEAD. Sobre éste se extenderá una capa de grava rodada silíceo de 40 – 60 mm y 0,5 m de espesor que conformará el material drenante.

Todo ello se refleja en los planos del Documento N°2.

El volumen de grava rodada 40-60 mm es de 9.389,9 m³, y el de grava de machaqueo de 20-40 mm 309,8 m³.

Fase-6.

Vallado perimetral de vertedero con valla tipo simple torsión de 2 m de altura. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujeción del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. El vallado se dispondrá a una distancia de 3 m del borde exterior de la pista perimetral al vaso de vertido.

Se instalarán compuertas en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados de 6 m de anchura en la coronación del camino de acceso al vaso de vertido. La longitud total de vallado asciende a 892,2 metros.

Se adjunta mapa de situación del vallado y ubicación de las compuertas en el Anexo Nº4

Fase-7.

Construcción de la balsa de lixiviados.

El criterio adoptado para el dimensionado de la balsa de lixiviados es el recogido en la norma UNE-104425. Se usará la expresión siguiente:

$$V_{lix} = P_{mm} \cdot S \quad \text{donde } P_{mm} = \text{Precipitación máxima media mensual (l/m}^2\text{)}.$$

$$S = \text{Superficie del vaso de vertido (m}^2\text{)}.$$

$$V_{lix} = \text{Volumen de lixiviados (m}^3\text{)}.$$

Por tanto la capacidad de la balsa será tal que se capaz de almacenar la precipitación máxima de al menos un mes caída en el vaso de mayor superficie. Según los datos del Instituto Nacional de Meteorología, la precipitación media máxima en un mes en Ávila (zona del Valle Amblés), según serie histórica 1971-2000, es de 50 mm (mes de Mayo).

$$P_{mm} = 50 \text{ mm}$$

$$S_{vertedero} = 29.501 \text{ m}^2$$

$$\text{Luego:} \quad V_{lix} = 50 \cdot 29.501,2 = 1475059,5 \text{ l} = 1475,06 \text{ m}^3 \approx 1475 \text{ m}^3$$

La solución adoptada será la construcción de una balsa de lixiviados de planta cuadrada de 1,5 m de profundidad (2 m para extender 0,5 m de arcilla encima), taludes 1V /2H y 28,5 m de lado en la base con una capacidad total de 1489 m³. La escasa profundidad de la balsa, viene motivada por la cercanía del nivel freático respecto a la superficie.

Una vez realizada la excavación, se extenderá una capa de arcilla de 50 cm de espesor tanto en el fondo de la balsa como en los taludes, compactada en tongadas de 15 cm. Sobre la capa de arcilla se extenderá una capa de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm de espesor sellado térmicamente. Se realizará una zanja perimetral exterior de 30 cm de profundidad excavada a 40 cm del borde de la balsa, que la rodeará por

completo, con una longitud total de 141,2 m. En esta zanja se introducirá el extremo del polietileno y se rellenará con cemento, a fin de anclarlo firmemente garantizando su inmovilidad.

Se instalará una valla perimetral tipo simple torsión de 2 m de altura a una distancia de 1,5 m del borde de la balsa. Se instalará sobre postes cilíndricos galvanizados de 2,4 m de longitud introducidos 0,4 m en el terreno con una lechada de cemento, cada uno tiene tres grupillas para sujección del alambre con tapones metálicos. La malla será tipo rombo simple torsión galvanizada de 50/14 mm. Se instalará además una compuerta en el lado norte del perímetro, de 6 metros y en 2 hojas galvanizadas con perfil pds26 y mallazo electrosoldado 10x5 con pilares galvanizados.

La longitud total del vallado perimetral es de 153,2 m.

Desde la balsa se extraerán los lixiviados mediante cisterna para su transporte y tratamiento en E.D.A.R.

Se adjunta mapa de ubicación de la balsa de lixiviados y de vallado perimetral en el Anexo N°4.

Fase-8.

Inicio de la explotación del vaso de vertido en tongadas de residuos de 0,8 m de potencia siguiendo el método de explotación indicado en el Documento N°2. La basura se cubrirá cada día de vertido con 20 cm de tierra de préstamo de las excavaciones realizadas.

Ubicación e instalación de las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Documento N°2, con una disposición típica *al tresbolillo*. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 20-40 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

Los detalles del procedimiento de recrecimiento se detallan en el Anexo N°16

El relleno sanitario se llevará a cabo en dos fases individualizadas de vertido de los residuos como se detalla en el Documento N°2. Se han establecido dos fases para reducir el tiempo de sellado de los residuos vertidos y así minimizar las emisiones de metano y otros gases contaminantes incluidos en el biogás, aumentando también su disponibilidad para el aprovechamiento energético.

Para el inicio de la explotación de la segunda fase de vertido, se ubicarán e instalarán las chimeneas de recrecimiento para captación del biogás, en los puntos indicados en el Documento Nº2, con una disposición típica *al tresbolillo* invertida respecto a la de la primera fase de vertido. Estas chimeneas estarán formadas por tubo perforado de PE Ø exterior 225 mm soldado térmicamente en tramos de 2 m, y a medida que se va recreciendo se añadirá un empaque de gravas de 19 mm de aproximadamente 30 cm de pared entre el tubo de PE y los residuos.

En este punto de la explotación ya existe metanogénesis en los residuos de la primera fase de vertido y por ello se extraerá el biogás a través de las chimeneas de captación para la producción de energía eléctrica en la planta de motogeneración.

La segunda fase de vertido se realizará del modo indicado en el Documento Nº2, de modo que se dote a la superficie última del paquete de basura de la geometría que proporcione la pendiente necesaria para que el paquete drenante que va instalado sobre éste actúe eficazmente. A lo largo de 111,3 m de la línea central del eje mayor del vertedero la cota de la basura será de 1,20 m respecto a la cota cero de la obra (cabeza de los taludes de la excavación). Los extremos de esta divisoria distarán 60,1 m equidistantemente de las cabezas de los taludes de los lados cortos del vertedero. De este modo, se tiene una pendiente máxima del 2% hacia el exterior del relleno sanitario en todas las caras de la masa de residuos. Un plano detallado se adjunta en el Documento Nº2

Fase-9.

Una vez alcanzada la cota de sellado descrita en la Fase 9, se procederá el sellado del vaso de vertido. Se propone el siguiente paquete de sellado por su alta eficacia en el drenaje del biogás y en la impermeabilización de cobertura, así como proponer un adecuado soporte orgánico para las especies vegetales que se van a implantar:

- Capa de regularización de residuos de 20 cm de espesor de material seleccionado procedente de préstamos exento de gruesos.
- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de > 400 g/m² con una resistencia a tracción > 5 KN/m y una capacidad de flujo > 0,70 l/s · m)
- Geomembrana de polietileno de alta densidad (PEAD) de 1,5 mm sellada térmicamente.

- Geocompuesto drenante, compuesto por geored y dos geotextiles filtro de polipropileno. (Geotextil drenante de gases de $> 400 \text{ g/m}^2$ con una resistencia a tracción $> 5 \text{ KN/m}$ y una capacidad de flujo $> 0,70 \text{ l/s} \cdot \text{m}$)
- Cobertura de tierras con materiales seleccionados, exento de piedras angulosas en la primera y última capa, compactadas en tongadas de 15 cm. La última tongada con suelo mejorado con aportación de compost como capa orgánica para soporte de la vegetación. Espesor 80 cm.

Partiendo del análisis de la maquinaria a utilizar para la realización de las obras, se ha considerado que la sección definida presenta una protección eficaz contra posibles punzonamientos de las láminas u otras afecciones de las mismas.

Se unirán las chimeneas de captación del biogás de la segunda fase a la red de conducción del biogás y junto con las de la primera fase se explotará todo el biogás producido para la producción de energía eléctrica.

Fase-10.

Recuperación paisajística de la zona. Se procederá a la siembra y plantación de especies arbustivas autóctonas de raíz poco profunda, de manera que la zona quede integrada en el paisaje del entorno, según lo dispuesto en el Anexo Nº10.

CAPITULO III. –

CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

3.1. PRELIMINARES

Los materiales a emplear cumplirán lo reseñado en las instrucciones, Pliegos y Normas legales mencionadas en este documento, siempre que persista su vigencia en el momento de la ejecución de las obras.

Cumplirán además las prescripciones especificadas en este Pliego de Condiciones.

3.2. PRODECENDIA DE LOS MATERIALES

El contratista tiene libertad para obtener los materiales de los lugares que juzgue conveniente, quedando en todo caso obligado a que estos cumplan las condiciones generales y particulares de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista que hayan sido previamente aprobadas por el Ingeniero Director.

3.3. ENSAYOS

Todos los materiales que determine la Dirección de la Obra, deberán ser ensayados y verificados en los puntos de suministro o laboratorio propuesto por Dirección de Obra, antes de ser utilizados, corriendo los gastos correspondientes por cuenta del Contratista hasta un importan máximo de 1% del presupuesto de la obra.

3.4. MATERIALES SUELTOS PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES

Estos materiales serán productos pétreos, obtenidos en las excavaciones de obra y/o préstamos, serán resistentes al agua y a los agentes atmosféricos.

El Contratista deberá informar al Ingeniero Director de los depósitos de materiales que piensa utilizar para la extracción, estando obligado a eliminar a su costa los materiales que aparezcan durante los trabajos de extracción, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso, aunque dichas extracciones hayan sido aprobadas por el ingeniero director.

Los suelos para cubrimiento de residuos no contendrán más que un veinticinco por ciento (25%) en peso de piedras cuyo tamaño exceda de quince centímetros (15 cm).

3.5. GEOTEXTIL

El geotextil de protección cumplirá las normas de DIN 53.854, 53.885, 53.857 y 54.307.

3.6. MATERIAL DRENANTE

Serán áridos rodados cuyo tamaño máximo no excederá en ningún caso de 20 mm. El material será no plástico. Cumplirán las especificaciones granulométricas fijadas en el artículo 421 del PG-3/75 en lo referente a materiales.

3.7. GEOCOMPUESTO DRENANTE

Consiste en la colocación de un geocompuesto drenante como el descrito en la Descripción de las obras en el Documento Nº 1. Memoria.

3.8. CUBRICIÓN CON COMPOST

Extensión de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con 6 kg/m² y laboreo con rotocultor a 20 cm de profundidad mínima.

3.9. PLANTACIONES Y SIEMBRAS

PLANTAS

Las plantas citadas en el Anexo 10 que se utilizarán para la restauración ambiental procederán de viveros acreditados, y responderán morfológicamente a las características de la especie cultiva y variedad botánica elegida.

Para todas se exigirá certificado de garantía de procedencia e identificación, así como su buena salud y aspecto físico. Su desarrollo deberá ser acorde a su edad, mínimo 0,4 para arbustos y 2 m para árboles, debiendo tener unas raíces bien desarrolladas.

ABONO ORGÁNICO

Estiércol

Será condición indispensable que el estiércol haya sido sometido a una completa fermentación anaerobia.

La composición media del estiércol será, con un error inferior al diez por ciento (10%) de:

Nitrógeno	0,65%
Fosfórico	0,55%
Potasa	0,70%

Densidad media del estiércol: 650 Kg/m².

Mantillo

Mezcla de elementos finos, orgánicos y minerales.

Abonos inorgánicos

Los abonos minerales nitrogenados y potásicos se adquirirán ensacados y etiquetados, cumpliendo las prescripciones del Ministerios de Agricultura.

CAPITULO IV. –

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. PRELIMINARES Y PROGRAMA DE TRABAJO

Todas las obras incluidas en este Proyecto, se ejecutarán de acuerdo con el Documento de Planos y estarán sometidas a las prescripciones del Director.

Los equipos y medios auxiliares necesarios reunirán las siguientes condiciones:

- Deberán estar disponibles en obra con antelación suficiente ateniéndose acordado en la licitación para ser aprobadas por la Dirección de Obra.
- Habrán de mantenerse en adecuadas condiciones de trabajo y reemplazados en caso contrario.
- El Director se reserva la facultad de cambiar aquellos equipos que a su juicio no resulten aptos para la correcta ejecución de la obras.

Se adjunta un Plan de Obra de acuerdo con lo establecido para obras contratadas por administraciones públicas.

4.2. REPLANTEO DE LAS OBRAS

Antes de comenzar las obras, el Director de las mismas, en presencia del Contratista procederá a llevar a cabo su replanteo definitivo, del cual se levantará Acta que suscribirán el Director y el Contratista.

Ese Acta se elevará a la Superioridad para su aprobación.

Serán por cuenta del contratista todos los gastos originados de los replanteos, incluidos la verificación de los replanteos parciales que exija el curso de las obras, con el límite establecido en el Pliego de Condiciones Particulares y Económicas.

4.3. SEGURIDAD Y SANIDAD

Se proporcionará a los operarios máscaras, guantes, monos y botas reforzadas. El Contratista asegurará que se emplee el equipo de seguridad siempre que se trabaje.

Cuando los trabajos generen gran cantidad de polvo se utilizará un camión cisterna para mojar el terreno.

4.4. EXCAVACIONES

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la extracción de material del terreno y su transporte a zonas de acopio al lado del vertedero, para la apertura del vaso de vertido.

Ejecución

Su ejecución comprende:

- Excavación y extracción de suelos y tierras
- Transporte del material
- Perfilado de taludes

4.5. REGULARIZACIÓN DE INERTES DE IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLADO E INCLUSO COMPACTACIÓN Y PENDIENTES

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para extender, compactar y regularizar el material de impermeabilización del vaso.

Ejecución

Su ejecución comprende:

- Extensión
- Regularización
- Compactación
- Refino de la superficie acabada

4.6. SUMINISTRO, CARGA, TRANSPORTE Y EXTENSION DE TIERRAS DE CUBRICIÓN EN CAPAS DE ESPESOR MÁXIMO 50 cm, INCLUSO COMPACTACIÓN Y UNIFICADOS DE PENDIENTES

Definición

Consiste en conjunto de operaciones para el sellado con tierras y formación de pendientes según se define en los Planos, con maquinaria convencional de movimiento de tierras.

Ejecución

Su ejecución comprende:

- Suministro, carga y transporte de tierra
- Preparación de la superficie de extendido
- Extensión de tongadas
- Humectación de una tongada y compactación
- Refino de la superficie acabada

4.7. GEOTEXTILES

Los geotextiles se solaparán 25 cm.

No se procederá a extender ningún material sobre el geotextil sin el consentimiento de la Dirección de Obra.

4.8. MATERIAL DRENANTE

Se evitará mezcla con otro tipo de materiales y su acopio prolongado a la intemperie.

Se rellenará por tongadas horizontales y de espesor uniforme, tal que se pueda compactar al nivel exigido con los medios disponibles.

4.8. GEOCOMPUESTO DRENANTE

Se colocará sobre la lámina de polietileno solapando las distintas tiras unos 25 cm cada una.

4.9. PLANTACIONES Y SIEMBRA

Se procederá al preparado superficial con compost y a la siembra y plantaciones previstas.

CAPITULO V. –

MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

5.1. PRECIOS A QUE SE ABONARÁN LAS UNIDADES DE OBRA

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el cuadro de precios con los descuentos o incrementos que se establezcan en la contratación.

5.2. GASTOS DE REPLANTEO, LIQUIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Los gastos de replanteo y liquidación de las obras serán de cuenta del Contratista, pero no podrán exceder en ambos casos el 1,5% del presupuesto total de las obras.

Todos los gastos que se originen con motivo de los ensayos y análisis de materiales, así como pruebas de calidad de las unidades de obra en fábrica o in situ, será por cuenta del contratista, no pudiendo en ningún caso sobrepasar el 1% del total del presupuesto de las obras.

5.3. EXCAVACIONES

- Medición y abono

Se medirá sobre perfiles del terreno tomados inmediatamente antes y después de la excavación.

Se abonará por m3 realmente ejecutado de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.4. REGULARIZACIÓN DE INERTES DE IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLADO E INCLUSO COMPACTACIÓN Y PENDIENTES

- Medición y abono

Se medirá sobre perfiles del terreno, tomados inmediatamente antes de la extensión y después de la rasante final.

Se abonará por m3 realmente ejecutado de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.5. SUMINISTRO, CARGA, TRANSPORTE Y EXTENSION DE TIERRAS DE CUBRICIÓN EN CAPAS DE ESPESOR MÁXIMO 50 cm, INCLUSO COMPACTACIÓN Y UNIFICADOS DE PENDIENTES

- Medición y abono

Se medirá sobre perfiles del terreno, tomados inmediatamente antes de la extensión de la primera tongada y los que resulten con posterioridad al extendido de las tierras.

Se abonará por m³ realmente ejecutado de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.6. GEOTEXTILES

- Medición y abono

Se medirán y abonarán por m² medido sobre el terreno. El contratista no podrá pedir el abono de los solapes, recortes y desperdicios.

Se abonará de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.7. MATERIAL DRENANTE

- Medición y abono

Se medirá en m³ realmente ejecutado sobre los planos correspondientes y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios nº 1.

5.8. GEOCOMPUESTO DRENANTE

- Medición y abono

Se medirá por m² medido sobre el terreno. El contratista no podrá pedir el abono de los solapes, recortes y desperdicios.

Se abonará de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.9. TUBERÍA DRENANTE

- Medición y abono

Se medirá por m.l. realmente colocados en zanja.

Se abonará de acurdo con el Cuadro de Precios.

5.10. COMPOST

- Medición y abono

Se medirán en m² realmente ejecutados y medidos sobre los planos con dotación de 6 Kg/m² y mezclado a profundidad mínima de 20 cm.

Se abonará de acuerdo con el Cuadro de Precios.

5.11. PLANTACIONES Y SIEMBRA

- Medición y abono

Las plantas se abonarán por unidades realmente plantadas al precio que figura en el Cuadro de Precios.

La siembra se abonará por m² realmente ejecutados y al precio que figura en el Cuadro de Precios.

5.12. OBRAS VARIAS

- Medición y abono

Las unidades de obra para las que no se especifica medición y abono en los apartados precedentes, serán medidas en las unidades del Cuadro de Precios nº 1 y abonadas con arreglo a los precios correspondientes.

5.13. OBRAS INCOMPLETAS

- Medición y abono

Cuando por rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas se aplicarán los precios del Cuadro nº 2.

5.14. ACOPIOS

- Medición y abono

Son abonables a los precios de material a pie de obra que figuren el Proyecto, las armaduras y todos aquellos materiales que, ni por la acción de los agentes exteriores ni por el transcurso del tiempo puedan sufrir daño o modificación de las condiciones de deberán cumplir.

Para la valoración se tomará el porcentaje que establezca el Ingeniero Director de las Obras en función del riesgo de deterioro. Este porcentaje no sobrepasará nunca el 75%.

CAPITULO VI. –

CONDICIONES GENERALES

6.1. INSTALACIONES PREVIAS

El Contratista está obligado a construir por su cuenta todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, etc. y caminos de servicio auxiliares, y a retirarlos al finalizar las obras, todo ellos, supeditado a la aprobación de la Dirección de las Obras.

El Contratista situará en obra para su uso exclusivo la maquinaria y medios auxiliares que se comprometa a utilizar sin que pueda retirarlo sin autorización de la Dirección.

6.2. INICIACIÓN Y AVANCE DE LAS OBRAS

El Contratista iniciará las obras en los 30 días hábiles contados desde la fecha de la firma del Acta de replanteo.

6.3. PLANOS DE DETALLE DE LAS OBRAS

A petición del Director de Obra el Contratista preparará todos los planos de detalle que se estimen necesarios para la ejecución de las obras acompañados de cálculos y memorias justificativos que deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

6.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre la Seguridad y Salud. Deberá considerarse primordial establecer la señalización necesaria durante el desarrollo de las obras, así como la explotación, indicando peligros existentes o limitaciones de las estructuras mediante señales vigentes aprobadas por el Ministerio de Obras Públicas u otros departamentos competentes.

6.5. SUBCONTRATISTA O DESTAJISTA

El Contratista podrá subcontratar las obras ajustándose a la Ley 33/2006 del 18 de Octubre reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y sus posteriores actualizaciones por las Leyes 30/2007 B.O.E. 31/10/07 y la 26/2009 B.O.E. 24/12/09 y el R.D. 337/2010.

6.6. MODIFICACIONES EN EL PROYECTO

El Representante de de la Administración podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante se ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previsto en el proyecto y siempre que no se separen de su espíritu y recta interpretación. También, podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obra marcadas en el presupuesto o sustitución de una clase fábricas por otra, siempre que ésta sea de las comprendidas en el Contrato.

Todas estas modificaciones será obligatorias para el Contratista siempre que a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el Presupuesto de adjudicación en más de un 20% tanto por exceso como por defecto.

6.7. PERMISOS Y LICENCIAS

El Contratista deberá obtener a su costa todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, excepto lo correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

6.8. PROGRAMA DE TRABAJO

El Contratista está obligado a presentar, para su aprobación y antes del comienzo de las obras, un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatible con el plazo de ejecución.

6.9. SEÑALIZACIÓN DE LAS OBRAS

La señalización de las obras durante su ejecución se hará de acuerdo con la O.C. 1/1998 de la Junta de Castilla y León y demás disposiciones al respecto que pudiesen entrar en vigor antes de la terminación de las obras.

El Director de Obra determinará el tipo de señal a emplear conforme a las normas vigentes en el momento de la construcción.

El Contratista señalizará la existencia de zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a todo personal ajeno a la obra y vallará toda zona peligrosa debiendo establecer la

vigilancia necesaria para evitar daños a terceros y asegurando la permanencia de las señales en su ubicación.

6.10. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de un año a partir de la fecha de la recepción provisional. Durante este plazo, deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, de acuerdo con lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales.

6.11. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones auxiliares construidas con carácter temporal para el servicio de la obra deberán ser retirados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato, y por tanto no será objeto de abono por su realización.

6.12. OBRAS DEFECTUOSAS

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera admisible a juicio del Director de Obra podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con el rebaje que el Director de Obra apruebe, salvo que el contratista la demuela a su costa y la rehaga con arreglo a las condiciones del contrato.

El Director de la Obra podrá ordenar la demolición de la obra mal realizada.

6.13. MODO DE ABORDAR LAS OBRAS INCOMPLETAS

Cuando por rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas se aplicarán los precios del Cuadro nº 1, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración del dicho cuadro.

6.14. GASTOS A CARGO DEL CONTRATISTA

A parte de los ya indicados en diferentes artículos del presente Pliego, se considerarán como costes a cargo del Contratista los siguientes:

- Los gastos que originen el replanteo, la construcción, montaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los de protección de materiales y de la propia obra contra cualquier tipo de deterioro, daños o incendios.
- Los de construcción y conservación de caminos provisionales, desagües, señales de tráfico y restantes medios necesarios para proporcionar la debida seguridad de las obras.
- Los originados por el montaje, conservación y retirada de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para la ejecución de las obras, así como su adquisición, la retirada de materiales rechazados, la corrección de deficiencias observadas, la ejecución de todos los ensayos realizados.
- Los de retirada al finalizar las obras, de las instalaciones, herramientas, materiales, etc. y limpieza general.
- En los casos de resolución del contrato por cualquier causa, será también de cuenta del Contratista los gastos originados por la liquidación y retirada de medios auxiliares usados en la ejecución de la obra y en general los de vigilancia, inspección y los cargos fiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

6.15. ERRORES Y OMISIONES

Lo mencionado en este Pliego y omitido en los Planos, o viceversa, así como las omisiones en ambos, deberá ser ejecutado como si estuviera especificado en ambos documentos.

El Contratista deberá informar por escrito a la Dirección de Obra, tan pronto como sea de su conocimiento, todo error u omisión que encontrase.

6.16. SANCIONES POR DEMORA

El retraso en los plazos, tanto parcial como total, en la ejecución de las obras, podrá ser sancionado de acuerdo con lo dispuesto a tal efecto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y el Reglamento General de Contratación.

6.17. CAUSAS DE RESCISIÓN

Serán tenidas en cuenta, cualquiera que fuera la causa, las normas previstas en la Legislación vigente y en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la terminación de las obras.

Si la rescisión proviene de otras causas, los medios auxiliares del constructor podrá ser utilizados por la Administración hasta la terminación de las obras, gratuitamente si la cantidad de obras ejecutadas alcanzase los 4/5 de la totalidad, y mediante el pago del 10% anual del valor en que se hayan tomado dichos medios auxiliares, si la ejecución no alcanza los 4/5 de la totalidad.

El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna por los desperfectos sufridos por sus equipos al ser usados por la Administración.

6.18. RECEPCIÓN Y EL PLAZO DE GARANTÍA

La recepción de las obras se ajustará al artículo 21 de la ley 30/2007 de Contratos del Sector Público, del 30 de Octubre de 2007.

6.19. PLAZO DE EJECUCIÓN

La Colilla

El plazo de ejecución se fija en 6 meses contados a partir de la fecha de firma del Acta de Replanteo.

El plazo podrá ser variado y será el que se fije en el momento de la contratación de las obras.

Gemuño

El plazo de ejecución se fija en 12 meses contados a partir de la fecha de firma del Acta de Replanteo.

El plazo podrá ser variado y será el que se fije en el momento de la contratación de las obras.

6.20. RELACIONES LOCALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista deberá obtener a su costo todos los permisos o licencias necesarias para la ejecución de las obras excepto de las correspondientes a la expropiación de las zonas de ubicación de las obras.

Será responsable el Contratista, hasta la recepción definitiva de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una deficiente organización de las obras.

El Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Ingeniero representante de la Administración y colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar a los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras.

También, estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO

4.1. MEDICIONES

4.1.1. MEDICIONES AUXILIARES

LA COLILLA

VOLUMEN DE DESMONTES	
VOLUMEN DE DESMONTE GRANITO	m ³
-Bloque 1 – 1,5m	4.564,5
-Bloque < 0,5 m	2.282,2
-Material tamaño grava	760,7
Total	7.607,4
VOLUMEN DE DESMONTE SUELOS	m ³
-Rampa sur	270
-Limpieza caminos acceso	215
-Balsa de lixiviados	271,5
-Apartaderos en pistas de accesos	215,1
Total	971,6

VOLUMEN DE TERRAPLENES	
VOLUMEN DE TERRAPLEN GRANITO	m ³
-Material tamaño escollera para terraplén de ensanche de frente de trabajo	945
Total	945
VOLUMEN DE TERRAPLEN EN TIERRAS	m ³
-Rampa sur	216,7
-Rampa norte	264,4
-Sobreechancho en curvas	244,7
Total	725,8

VOLUMEN DE FIRMES DE ZAHORRA COMPACTADA	
VOLUMEN DE FIRMES DE ZAHORRA	m ³
-Zahorra para pistas de acceso	840,6
-Firme zahorra rampa sur	720,3
-Firme zahorra rampa norte	781,2
Total	2.342,1

VOLUMEN DE ARCILLA COMPACTADA	
VOLUMEN DE ARCILLAS	m ³
-Impermeabilización fondo de vasos de vertido (5)	3.751,5
-Impermeabilización balsa de lixiviados	111,6
Total	3.863,1

LONGITUD DE VALLADOS	
VALLADOS PERIMETRALES	m.l.
-Vallado perimetral vasos de vertido	720
-Vallado perimetral balsa de lixiviados	68
Total	788

VOLUMEN DE MATERIAL DRENANTE	
GRAVA DE DRENAJE 40 – 60 mm	m ³
-Paquete de drenaje en fondo de vasos de vertido (5 vasos)	2.679,7
Total	2.679,7
GRAVA DE DRENAJE 20 – 40 mm	m ³
-Grava en zanjas de drenaje	19,7
-Empaque de gravas en sondeos de captación de biogás (23)	35,7
Total	55,4

CUNETAS TRAPEZOIDALES	
CUNETA TRAPEZOIDAL (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	m.l.
-Cuneta trapezoidal de pistas de acceso a los vasos (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	1.220
-Cuneta trapezoidal a ambos lados de la rampa norte de acceso a la explanada superior (incluidos ambos lados y el acceso a la balsa) (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	472
-Cuneta trapezoidal a ambos lados de la rampa sur de acceso a la explanada superior (incluso acceso a la balsa) (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	149
Total	1.841

ZANJAS	
ZANJA DRENAJE SECCIÓN TRAPEZOIDAL	m ³
-Zanjas de drenaje de lixiviados (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	28,7
Total	28,7
ZANJA PERIMETRAL Balsa LIXIVIADOS	m.l.
-Zanja perimetral a la balsa de lixiviados para sujeción de PEAD mediante relleno con hormigón (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	59,2
Total	59,2

TUBERÍAS DE PEAD	
TUBERÍAS DE PEAD Ø 225	m.l.
-Tubería de drenaje de lixiviados ranurada de PEAD Ø 225	225
-Tubería de captación de biogás ranurada de PEAD Ø 225	227,9
Total	227,9

GEOMEMBRANAS	
LÁMINA DE PEAD e = 1,5 mm	m ²
-Geomembrana de PEAD para impermeabilización de fondo de vasos de vertido (incluso solapes y fijación) (5 vasos)	5.895,2
-Geomembrana de PEAD para impermeabilización de fondo de balsa de lixiviados (incluso solapes y fijación) (5 vasos)	258,8
-Geomembrana de PEAD para sellado final de vasos de vertido (incluso solapes y fijación) (5 vasos)	6.323,9
Total	12.477,9

GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN DEL PEAD	
GEOTEXTIL ANTI-PUNZONAMIENTOS	m ²
-Geotextil de protección sobre PEAD y bajo paquete de gravas (incluso solapes) (5 vasos)	5.895,2
Total	5.895,2

GEOCOMPUESTO DRENANTE	
GEOCOMPUESTO DRENANTE e = 4 mm	m ²
-Paquete doble (incluidas las dos capas) de geocompuesto drenante bajo y sobre lámina de PEAD en sellado de los 5 vasos de vertido	12.647,8
Total	12.647,8

VOLUMEN DE TERRAPLÉN EN TIERRAS DE SELLADO	
TIERRAS DE SELLADO	m ³
-Terraplén sobre residuos de regularización en tierras (e = 0,20 m) incluidos los 5 vasos de vertido	1.179,1
Total	1.179,1
TIERRA DE ACABADO	m ³
-Cobertera en tierras (e = 0,60 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas (5 vasos)	3.572,5
Total	3.572,5

SIEMBRA DE ESPECIES VEGETALES	
CISTUS LADANIFER	Ud.
-Cistus ladanifer	992
Total	992
THYMUS VULGARIS	Ud.
- Thymus vulgaris	992
Total	992
CYTISUS HYBRIDEN	Ud.
-Cytisus hybriden	496
Total	496
HIDROSIEMBRA	m ²
-Hidrosiembra	5.954,2
Total	5.954,2

TUBERIA DE IMPULSION	
TUBERIA DE IMPULSION DE LIXIVIADOS	m.l.
-Tubería de impulsión a balsa de lixiviados desde vasos de vertido	185
Total	185

MOTOBOMBA DE IMPULSION	
MOTOBOMBA	Ud.
-Motobomba de impulsión para drenaje de lixiviados de los vasos de vertido a la balsa	1
Total	1

GEMUÑO

VOLUMEN DE DESMONTES	
VOLUMEN DE DESMONTE SUELOS	m³
-Desmante en tierras flojas para construcción de camino de acceso a zona de excavación	640
-Desmante en tierras flojas en área perimetral a zona de excavación	13.010,8
-Desmante en tierras flojas para construcción de camino de acceso a balsa de lixiviados	185
Total	13.835,8
VOLUMEN DE EXCAVACIÓN DE SUELOS	m³
-Excavación de relleno sanitario	219.423,5
-Excavación de balsa de lixiviados	1.984,8
Total	221.408,3

VOLUMEN DE TERRAPLENES	
VOLUMEN DE TERRAPLEN SUELOS	m³
-Terraplén en tierras para construcción de camino de acceso a zona de excavación	640
-Terraplén en tierras para construcción de camino de acceso a balsa de lixiviados	198
Total	838

VOLUMEN DE FIRMES DE ZAHORRA COMPACTADA	
VOLUMEN DE FIRMES DE ZAHORRA	m³
-Zahorra para construcción de camino de acceso a zona de excavación	385
-Zahorra para construcción de pista perimetral a zona de excavación	2.709,7
-Zahorra para construcción de rampa de acceso al vaso de vertido	80,6
-Zahorra para construcción del camino de acceso a la balsa de lixiviados	216
Total	3.391,3

VOLUMEN DE ARCILLA COMPACTADA	
VOLUMEN DE ARCILLAS	m ³
-Impermeabilización fondo de vaso de vertido	18.838,1
-Impermeabilización balsa de lixiviados	614,1
Total	19.452,2

LONGITUD DE VALLADOS	
VALLADOS PERIMETRALES	m.l.
-Vallado perimetral vasos de vertido	892,2
-Vallado perimetral balsa de lixiviados	153,2
Total	1.045,4

VOLUMEN DE MATERIAL DRENANTE	
GRAVA DE DRENAJE 40 – 60 mm	m ³
-Paquete de drenaje en fondo de vaso de vertido	9.389,9
Total	9.389,9
GRAVA DE DRENAJE 20 – 40 mm	m ³
-Grava en zanjas de drenaje	309,8
-Empaque de gravas en sondeos de captación de biogás (66)	336,1
Total	645,9

CUNETAS TRAPEZOIDALES	
CUNETA TRAPEZOIDAL (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	m.l.
-Cuneta trapezoidal exterior de la pista perimetral al vaso de vertido (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	821,4
-Cuneta trapezoidal a ambos lados del camino de acceso al vaso de vertido (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	410
-Cuneta trapezoidal a ambos lados del camino de acceso a la balsa de lixiviados (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	160
Total	1.391,4

ZANJAS	
ZANJA DRENAJE SECCIÓN TRAPEZOIDAL	m ³
-Zanjas de drenaje de lixiviados (h = 0,30 m, b = 0,225 m, taludes 3V/2H)	52,40
-Zanja de drenaje de lixiviados (h = 0,30 m, b = 0,64 m, taludes 3V/2H)	34,02
-Zanja de drenaje de lixiviados (h = 0,30 m, b = 0,355 m, taludes 3V/2H)	14,00
Total	100,4
ZANJA PERIMETRALES	m.l.
-Zanja perimetral a la balsa de lixiviados para sujeción de PEAD mediante rellenado con hormigón (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	141,2
-Zanja perimetral al vaso de vertido para sujeción de PEAD mediante rellenado con hormigón (h = 0,50 m, b = 0,25, taludes 3V/2H)	712,4
Total	853,6

TUBERÍAS DE PEAD	
TUBERIAS DE PEAD DRENAJES	m.l.
-Tubería de drenaje de lixiviados ranurada de PEAD Ø 225	384
Total	384
-Tubería de drenaje de lixiviados ranurada de PEAD Ø 280	270
Total	270
-Tubería de drenaje de lixiviados ranurada de PEAD Ø 355	84
Total	84
TUBERIAS EN CHIMENEAS RECRECIMIEN.	m.l.
-Tubería de captación de biogás ranurada de PEAD Ø 225	726
Total	726

GEOMEMBRANAS	
LÁMINA DE PEAD e = 1,5 mm	m ²
-Geomembrana de PEAD para impermeabilización de fondo de vasos de vertido (incluso solapes y fijación)	32.451,3
-Geomembrana de PEAD para impermeabilización de fondo de balsa de lixiviados (incluso solapes y fijación)	1.226,2
-Geomembrana de PEAD para sellado final de vasos de vertido (incluso solapes y fijación)	30.091,2
Total	63.768,7

GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN DEL PEAD	
GEOTEXTIL ANTI-PUNZONAMIENTOS	m ²
-Geotextil de protección sobre PEAD y bajo paquete de gravas (incluso solapes)	32.451,3
Total	32.451,3

GEOCOMPUESTO DRENANTE	
GEOCOMPUESTO DRENANTE e = 4 mm	m ²
-Paquete doble (incluidas las dos capas) de geocompuesto drenante bajo y sobre lámina de PEAD en sellado del vaso de vertido	60.182,4
Total	60.182,4

VOLUMEN DE TERRAPLÉN EN TIERRAS DE SELLADO	
TIERRAS DE SELLADO	m ³
-Terraplén sobre residuos de regularización en tierras (e = 0,20 m)	6.018,2
Total	6.018,2
TIERRA DE ACABADO	m ³
-Cobertura en tierras (e = 0,80 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas	24.072,9
Total	24.072,9

SIEMBRA DE ESPECIES VEGETALES	
CISTUS LADANIFER	Ud.
-Cistus ladanifer	5.015
Total	5.015
THYMUS VULGARIS	Ud.
- Thymus vulgaris	5.015
Total	5.015
CYTISUS HYBRIDEN	Ud.
-Cytisus hybriden	2.508
Total	2.508
HIDROSIEMBRA	m ²
-Hidrosiembra	30.091,2
Total	30.091,2

TUBERIA DE IMPULSION	
TUBERIA DE IMPULSION DE LIXIVIADOS	m.l.
-Tubería de impulsión a balsa de lixiviados desde vasos de vertido	97
Total	97

MOTOBOMBA DE IMPULSION	
MOTOBOMBA	Ud.
-Motobomba de impulsión para drenaje de lixiviados de los vasos de vertido a la balsa	1
Total	1

4.1. MEDICIONES

4.1.2. MEDICIONES GENERALES

LA COLILLA

Nº	Uds	Descripción	Nº partes iguales	DIMENSIONES			TOTAL
				Long.	Ancho	Alto	
1		TRABAJOS PREVIOS					
1.1	m ³	Limpieza de las pistas de acceso a los antiguos vasos de vertido retirando la vegetación y las rocas de los márgenes.					
		Total partida 1.1	215				215,00
1.2	m ³	Retirada del material granítico presente en los vasos de vertido y acondicionamiento del terreno.					
		Total partida 1.2	7607				7607,40
1.3	m ³	Restauración de los taludes de las explanadas frente a los vasos de vertido mediante el terraplenado con material granítico.					
		Total partida 1.3	945				945,00
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS					
2.1	m ³	Desmante en rampa sur y en apartaderos en pistas de acceso.					
		Total partida 2.1	485,1				485,10
2.2	m ³	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado para preparación de superficie en rampa sur, rampa norte y sobreebanco en curvas.					
		Total partida 2.2	725,8				725,80
2.3	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes en pista de acceso a vasos de vertido y rampas norte y sur.					
		Total partida 2.3	2342,1				2342,10
3		PREPARACIÓN DE VASO DE VERTIDO					
3.1	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del					

		Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de vasos de vertido. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).					
		Total partida 3.1	3751,5				3751,50
3.2	ud	Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.					
		Total partida 3.2	1				1
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS					
4.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.1	271,5				271,50
4.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.2	111,6				111,6
4.3	m ²	Impermeabilización de balsa de lixiviados con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.					

		Total partida 4.3	258,8				258,80
4.4	m.l.	Zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de lámina de PEAD.					
		Total partida 4.4	59,2				59,20
4.5	m.l.	Cerramiento perimetral de balsa de lixiviados mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.					
		Total partida 4.5	68				68,00
4.6	ud	Colocación de cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.					
		Total partida 4.6	1				1
4.7	m ³	Excavación de red de drenaje de lixiviados mediante zanja trapezoidal en tierra tipo, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).					
		Total partida 4.7	28,7				28,70
4.8	m ²	Impermeabilización del vaso de vertido con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a					

		perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).					
		Total partida 4.8	5.895,2				5.895,2
4.9	m ²	Colocación de geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.(5 vasos)					
		Total partida 4.9	5.895,2				5.895,2
4.10	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).					
		Total partida 4.10	225				225,00
4.11	m ³	Relleno de zanja de drenaje con material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).					
		Total partida 4.11	19,7				19,70
4.12	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por					

		solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares. (se computa el coste de los cinco vasos)					
		Total partida 4.12	5				5
4.13	m ³	Extensión de capa de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).					
		Total partida 4.13	2679,7				2679,70
4.14	m.l.	Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.14	185				185,00
5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES					
5.1	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en interior de pistas de acceso a los vasos, a ambos lados de la rampas norte y sur de acceso a la explanada superior y a ambos lados del acceso a la balsa.					
		Total partida 5.1	1841				1841,00
6		VALLADO					
6.1	m.l.	Instalación de cerramiento perimetral de la zona de vasos de vertido mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm, p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.					

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

		Total partida 6.1	720				720
6.2	ud	Colocación de cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.					
		Total partid 6.2	1				1,00
6.3	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada					
		Total partida 6.3	2				2,00
7		SELLADO DE RESIDUOS					
7.1	m ³	Terraplén sobre residuos de regularización en tierras (e = 0,20 m) con formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie. (Incluidos los 5 vasos de vertido).					
		Total partida 7.1	1179,1				1179,10
7.2	m.l.	Sondeo a rotación con introducción de tubería de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.					
		Total partida 7.2	228				228,00
7.3	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m2 con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s-m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m2 incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado los 5 vasos de					

		vertido.					
		Total partida 7.3	6323,9				6323,90
7.4	m ²	Colocación de geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta. Geomembrana de PEAD para sellado final de vasos de vertido (incluso solapes y fijación)					
		Total partida 7.4	6323,9				6323,90
7.5	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado los 5 vasos.					
		Total partida 7.5	6323,9				6323,90
7.6	m.l.	Excavación de zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de paquete de sellado.					
		Total partida 7.6	797				797,00
7.7	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en zona de menor cota de los residuos sellados.					
		Total partida 7.7	218				218,00
7.8	m ³	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para cobertera en tierras (e = 0,60 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas (5 vasos)					

		incluso regularización.					
		Total partida 7.8	3572,5				3572,50
7.9	m ²	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m ² , incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.					
		Total partida 7.9	5954,2				5954,20
7.10	ud	Plantación de cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total partida 7.10	992				992,00
7.11	ud	Plantación de thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total partida 7.11	992				992,00
7.12	ud	Plantación de cytisis hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total partida 7.12	496				496,00
7.13	m ²	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.					
		Total partida 7.13	5954,2				5954,20

8		GESTION DE RESIDUOS					
8.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 15					
		Total partida 8.1	1				1,00
9		SEGURIDAD Y SALUD					
9.1		Valoración según el Anexo Nº 13					
		Total partida 9.1	1				1,00

GEMUÑO

Nº	Uds	Descripción	Nº partes iguales	DIMENSIONES			TOTAL
				Long.	Ancho	Alto	
1		TRABAJO PREVIOS					
1.1	m ³	Desmonte en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso, para construcción de camino de acceso a zona de excavación y balsa de lixiviados y preparado de área perimetral a zona de excavación, medido sobre perfil inicial.					
		Total partida 1.1	13835,8				13.835,80
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS					
2.1	m ³	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado, para preparación de superficie de camino de acceso a zona de excavación y a balsa de lixiviados.					
		Total partida 2.1	838				838,00
2.2	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes en camino de acceso a zona de excavación, camino de acceso a balsa de lixiviados (3.645 m ²).					
		Total partida 2.2	601				601,00
3		EXCAVACION DE VASO DE VERTIDO					
3.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de vaso de vertido.					
		Total partida 3.1	219423,5				219.423,5
3.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de vaso de vertido.					

		Total partida 3.2	18838,1				18.838,1
3.3	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes pista perimetral a zona de excavación y rampa de acceso al vaso de vertido.					
		Total partida 3.3	2790,3				2790,3
3.4	ud	Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.					
		Total partida 3.4	1				1
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS					
4.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.1	1984,8				1.984,8
4.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.2	614,1				614,10
4.3	m ²	Impermeabilización de balsa de lixiviados con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.					

		Total partida 4.3	1226,2				1.226,2
4.4	m.l.	Zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de lámina de PEAD.					
		Total partida 4.4	141,2				141,20
4.5	m.l.	Cerramiento perimetral de balsa de lixiviados mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.					
		Total partida 4.5	153,2				153,20
4.6	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.					
		Total partida 4.6	1				1,00
4.7	m ³	Excavación de red de drenaje de lixiviados en vaso de vertido mediante zanja trapezoidal en tierra tipo, en terreno flojo, en forma de espina de pez h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes (bases de zanjas b1 = 0,355, b2 = 0,64, b3 = 0,225).					
		Total partida 4.7	100,4				100,40
4.8	ud	Arqueta prefabricada ciega de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 80x80x50m medidas exteriores, completa. Con tapa y marco de hormigón y agujeros para conexiones.					

		Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/20/40/I de 10 cm de espesor, y p.p. de medios aux. incluida excavación y relleno perimetral.					
		Total partida 4.8	3				3,00
4.9	m ²	Impermeabilización del vaso de vertido con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).					
		Total partida 4.9	32451,3				32.451,3
4.10		Zanja perimetral al vaso de vertido para sujeción de PEAD mediante relleno con hormigón					
		Total partida 4.10	712,4				712,4
4.11	m ²	Colocación de geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.					
		Total partida 4.11	32451,3				32.451,3
4.12	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.					
		Total partida 4.12	384				384
4.13	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.					

		Total partida 4.13	270				270
4.14	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.					
		Total partida 4.14	84				84
4.15	m ³	Relleno de zanjas de drenaje con material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.					
		Total partida 4.15	309,8				309,80
4.16	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares. (se computa el coste de los cinco vasos)					
		Total partida 4.16	1				1,00
4.17	m ³	Extensión de capa de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.					
		Total partida 4.17	9389,9				9.389,90
4.18	m.l.	Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.(se contabilizan todas las chimeneas hasta su altura máxima, aunque se instalen y recrezcan a medida que se explota el vaso)					

		Total partida 4.18	726				726,00
4.19	m.l.	Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.					
		Total partida 4.19	97				97,00
5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES					
5.1	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en ambos lados del camino de acceso al vaso de vertido, ambos lados del camino de acceso a la balsa de lixiviados, y exterior a la pista perimetral del vaso de vertido.					
		Total partida 5.1	1391,4				1.391,40
6		VALLADO					
6.1	m.l.	Instalación de cerramiento perimetral de la zona del vaso de vertido mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm, p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.					
		Total partida 6.1	892,2				892,2
6.2	ud	Colocación de cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.					
		Total partid 6.2	1				1,00
6.3	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada					
		Total partida 6.3	1				1,00
7		SELLADO DE RESIDUOS					
7.1	m ³	Terraplén sobre residuos de					

		regularización en tierras (e = 0,20 m) con formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.					
		Total partida 7.1	6018,2				6.018,2
7.2	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.					
		Total partida 7.2	30091,2				30.091,2
7.3	m ²	Colocación de geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta. Geomembrana de PEAD para sellado final de vaso de vertido (incluso solapes y fijación)					
		Total partida 7.3	30091,2				30.091,2
7.4	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.					
		Total partida 7.4	30091,2				30.091,2
7.5	m.l.	Excavación de zanja triangular en tierra					

		tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de paquete de sellado.					
		Total partida 7.5	728,4				728,4
7.6	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en zona de menor cota de los residuos sellados.					
		Total partida 7.6	732,4				732,4
7.7	m ³	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para cobertera en tierras (e = 0,60 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas incluso regularización.					
		Total partida 7.7	24072,9				24072,9
7.8	m ²	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m ² , incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.					
		Total partida 7.8	30091,2				30091,2
7.9	ud	Plantación de cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total partida 7.9	5015				5015
7.10	ud	Plantación de thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total parida 7.10	5015				5015
7.11	ud	Plantación de cytissus hybriden (Retama)					

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

		de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.					
		Total partida 7.11	2508				2508
7.12	m ²	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.					
		Total partida 7.12	30091,2				30091,2
8		GESTION DE RESIDUOS					
8.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 15					
		Total partida 8.1	1				1,00
9		SEGURIDAD Y SALUD					
9.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 13					
		Total partida 9.1	1				1,00

4.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

LA COLILLA

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Importe
1		TRABAJOS PREVIOS	
1.1	m ³	LIMPIEZA DE LAS PISTAS DE ACCESO Excavación, carga y transporte de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero.	1,57 €
1.2	m ³	RETIRADA DEL MATERIAL GRANÍTICO PRESENTE EN LOS VASOS Carga de material pétreo en el área de las obras. Medido sobre perfil inicial.	1,72 €
1.3	m ³	RESTAURACIÓN DE LOS TALUDES DE LAS EXPLANADAS Transporte y descarga de material pétreo en el área de las obras. Medido sobre perfil inicial.	1,72 €
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS	
2.1	m ³	DESMONTE EN RAMPA SUR Y EN APARTADEROS EN PISTAS Desmonte en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso. Medido sobre perfil inicial.	1,72 €
2.2	m ³	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE EN RAMPA SUR, RAMPA NORTE Y SOBREALCHO EN CURVAS Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.	3,37 €
2.3	m ²	CONSTRUCCIÓN DE FIRMES EN PISTA DE ACCESO A VASOS DE VERTIDO Y RAMPAS NORTE Y SUR Formación caminos. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado.	3,57 €
3		PREPARACIÓN DEL VASO DE VERTIDO	
3.1	m ³	IMPERMEABILIZACIÓN DE VASOS DE VERTIDO Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado.	4,92 €
3.2	ud	CARTEL DE OBRA OFICIAL Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.	1.067,6 €
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS	
4.1	m ³	CONSTRUCCIÓN DE Balsa de Lixiviados Excavación, carga y transporte de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero.	1,57 €
4.2	m ³	IMPERMEABILIZACIÓN DE Balsa de Lixiviados Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado.	4,92 €
4.3	m ²	IMPERMEABILIZACIÓN DE Balsa de Lixiviados Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400	5,19 €

		N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	
4.4	m.l.	SUJECCIÓN DE LÁMINA DE PEAD Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
4.5	m.l.	CERRAMIENTO PERIMETRAL Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	19,40 €
4.6	ud	CANCELA Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	37,58 €
4.7	m ³	RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS Excavación en zanja en terreno sin clasificar, con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación.	3,93 €
4.8	m ²	IMPERMEABILIZACIÓN DEL VASO DE VERTIDO Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	5,19 €
4.9	m ²	PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANA Geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.	0,87 €
4.10	m.l.	TUBERIAS DE DRENAJE Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	7,89 €
4.11	m ³	RELLENO DE ZANJA DE DRENAJE Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	9,87 €
4.12	ud	POZO DE CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde	353,50 €

		machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares.	
4.13	m ³	EXTENSIÓN DE CAPA DE MATERIAL FILTRANTE Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	9,87 €
4.14	m.l.	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.	28,74 €
5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES	
5.1	m.l.	CUNETAS TRAPEZOIDALES EN PISTA Y RAMPAS Cuneta trapezoidal en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
6		VALLADO	
6.1	m.l.	CERRAMIENTO PERIMETRAL DE LA ZONA DE VASOS DE VERTIDO Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	19,40 €
6.2	ud	CARTEL INFORMATIVO Cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.	147,02 €
6.3	ud	CANCELA Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	37,58 €
7		SELLADO DE RESIDUOS	
7.1	m ³	TERRAPLÉN SOBRE RESIDUOS Formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.	1,25 €
7.2	m.l.	SONDEOS DE CAPTACIÓN DE BIOGÁS Sondeo a rotación con introducción de tubería de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.	28,64 €
7.3	m ²	GEOCOMPUESTO DRENANTE Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m2 con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s-m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m2 incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	3,53 €

7.4	m ²	GEOMEMBRANA DE PEAD Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	5,19 €
7.5	m ²	GEOCOMPUESTO DRENANTE Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s · m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	3,53 €
7.6	m.l.	SUJECCIÓN DE LÁMINA DE PEAD Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
7.7	m.l.	CUNETAS TRAPEZOIDALES DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES DE RESIDUOS Cuneta trapezoidal en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
7.8	m ³	TIERRAS DE COBERTERA Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para regularización y cubrición.	3,43 €
7.9	m ²	COMPOST Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m ² , incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.	0,57 €
7.10	ud.	PLANTACIÓN DE CISTUS LADANIFER Cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	1,62 €
7.11	ud.	PLANTACIÓN DE THYMUS VULGARIS Thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	1,76 €
7.12	ud.	PLANTACIÓN DE CYTISUS HYBRIDEN Cytisus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	2,43 €
7.13	m ²	HIDROSIEMBRA Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus	0,46 €

		luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.	
8		GESTION DE RESIDUOS	
8.1	ud.	Gestión de residuos generados durante la obra.	837,44 €
9		SEGURIDAD Y SALUD	
9.1	ud.	Seguridad y salud.	2.738,26 €

Gemuño

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Importe
1		TRABAJOS PREVIOS	
1.1	m ³	DESMONTE PARA PREPARACIÓN DE TERRENO DE CAMINOS DE ACCESO Y ZONA DE EXCAVACION Desmonte en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso. Medido sobre perfil inicial.	1,72 €
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS	
2.1	m ³	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE DE CAMINO DE ACCESO A ZONA DE EXCAVACION Y CAMINO DE ACCESO A LA Balsa Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.	3,37 €
2.2	m ³	CONSTRUCCIÓN DE FIRMES EN CAMINO DE ACCESO A ZONA DE EXCAVACION Y CAMINO DE ACCESO A LA Balsa Formación caminos. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado.	3,57 €
3		EXCAVACION DEL VASO DE VERTIDO	
3.1	m ³	EXCAVACION DE VASO DE VERTIDO Excavación, carga y transportede suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero.	1,57 €
3.2	m ³	IMPERMEABILIZACION DEL VASO DE VERTIDO Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado.	4,92 €
3.3	m ³	CONSTRUCCIÓN DE FIRMES EN PISTA PERIMETRAL A ZONA DE EXCAVACION Y RAMPA DE ACCESO AL VASO DE VERTIDO Formación caminos. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado.	3,57 €
3.4	ud	CARTEL DE OBRA OFICIAL Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.	1.067,6 €
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS	
4.1	m ³	CONSTRUCCIÓN DE Balsa DE LIXIVIADOS Excavación, carga y transporte de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero.	1,57 €
4.2	m ³	IMPERMEABILIZACIÓN DE Balsa DE LIXIVIADOS Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado.	4,92 €
4.3	m ²	IMPERMEABILIZACIÓN DE Balsa DE LIXIVIADOS Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm3 de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400	5,19 €

		N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	
4.4	m.l	SUJECCIÓN DE LÁMINA DE PEAD Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
4.5	m.l.	CERRAMIENTO PERIMETRAL Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	19,40 €
4.6	ud	CANCELA Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barros de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	37,58 €
4.7	m ³	RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS Excavación en zanja en terreno sin clasificar, con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación.	3,93 €
4.8	ud	ARQUETAS EN RED DE DRENAJE Arqueta prefabricada ciega de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 80x80x50m medidas exteriores, completa. Con tapa y marco de hormigón y agujeros para conexiones. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/20/40/I de 10 cm de espesor, y parte proporcional de medios auxiliares incluida excavación y relleno perimetral.	90,29 €
4.9	m ²	IMPERMEABILIZACIÓN DEL VASO DE VERTIDO Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	5,19 €
4.10	m.l.	SUJECIÓN DE GEOMEMBRANA Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
4.11	m ²	PROTECCIÓN DE GEOMEMBRANA Geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.	0,87 €
4.12	m.l.	TUBERIAS DE DRENAJE Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm,	7,89 €

		en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	
4.13	m.l.	TUBERIAS DE DRENAJE Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	9,41 €
4.14	m.l.	TUBERIAS DE DRENAJE Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	12,03 €
4.15	m ³	RELLENO DE ZANJA DE DRENAJE Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	9,87 €
4.16	ud	POZO DE CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares.	353,50 €
4.17	m ³	EXTENSIÓN DE CAPA DE MATERIAL FILTRANTE Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	9,87 €
4.18	m.l.	CHIMENEAS DE RECRECIMIENTO DE CAPTACION DE BIOGAS Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.	24,89 €
4.19	m.l.	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.	28,74 €
5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES	
5.1	m.l.	CUNETAS TRAPEZOIDALES EN CAMINO DE ACCESO A ZONA DE VERTIDO, CAMINO DE ACCESO A BALSA DE LIXIVIADOS Y PISTA PERIMETRAL Cuneta trapezoidal en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
6		VALLADO	
6.1	m.l.	CERRAMIENTO PERIMETRAL DE LA ZONA DE VASO DE VERTIDO Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	19,40 €
6.2	ud	CARTEL INFORMATIVO	147,02 €

		Cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.	
6.3	ud	CANCELA Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barros de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	37,58 €
7		SELLADO DE RESIDUOS	
7.1	m ³	TERRAPLÉN SOBRE RESIDUOS Formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.	1,25 €
7.2	m ²	GEOCOMPUESTO DRENANTE Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	3,53 €
7.3	m ²	GEOMEMBRANA DE PEAD Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	5,19 €
7.4	m ²	GEOCOMPUESTO DRENANTE Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	3,53 €
7.5	m.l.	SUJECCIÓN DE PAQUETE DE SELLADO Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
7.6	m.l.	CUNETAS TRAPEZOIDALES DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES DE RESIDUOS Cuneta trapezoidal en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.	1,37 €
7.7	m ³	TIERRAS DE COBERTERA Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para regularización y cubrición.	3,43 €

7.8	m ²	COMPOST Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m ² , incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.	0,57 €
7.9	ud	PLANTACIÓN DE CISTUS LADANIFER Cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	1,62 €
7.10	ud.	PLANTACIÓN DE THYMUS VULGARIS Thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	1,76 €
7.11	ud.	PLANTACIÓN DE CYTISUS HYBRIDEN Cytisus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	2,43 €
7.12	m ²	HIDROSIEMBRA Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.	0,46 €
8		GESTION DE RESIDUOS	
8.1	ud.	Gestión de residuos generados durante la obra.	837,44 €
9		SEGURIDAD Y SALUD	
9.1	ud.	Seguridad y salud.	2.738,26 €

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

4.3. CUADRO DE PRECIOS Nº 2

LA COLILLA

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
1	m ³	Excavación, carga y tte.de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero			
		Mano de obra			0,03
		Maquinaria			1,46
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,57 €
2	m ³	Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		Material			2,46
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			1,08
		C. Indirectos			0,20
		Total			4,92 €
3	m ³	Excavación en zanja en terreno sin clasificar, con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			3,42
		C. Indirectos			0,18
		Total			3,93 €
4	m ³	Formación de capa de sellado con terreno arcilloso (o no), con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		C. Indirectos			0,07
		Total			1,25 €
5	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			5,30
		C. Indirectos			0,62
		Total			7,89 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
6	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			6,82
		C. Indirectos			0,62
		Total			9,41 €
7	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			9,44
		C. Indirectos			0,62
		Total			12,03 €
8	m ³	Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,76
		Material			8,58
		C. Indirectos			0,20
		Total			9,87 €
9	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares.			
		Mano de obra			85,58
		Maquinaria			31,50
		Material			214,52
		C. Indirectos			21,90
		Total			353,50 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
10	m3	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para regularización y cubrición.			
		Maquinaria			1,06
		Material			1,50
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			0,72
		C. Indirectos			0,15
		Total			3,43 €
11	m ²	Geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m2, < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.			
		Mano de obra			0,16
		Maquinaria			0,04
		Material			0,62
		C. Indirectos			0,05
		Total			0,87 €
12	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m2 con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m2 incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.			
		Mano de obra			0,32
		Maquinaria			0,38
		Material			2,63
		C. Indirectos			0,20
		Total			3,53 €
13	m2	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m2, incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.			
		Mano de obra			0,04
		Maquinaria			0,45
		Material			0,05
		C. Indirectos			0,03
		Total			0,57 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
14	m.l.	Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.			
		Mano de obra			12,52
		Material			8,97
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			1,80
		C. Indirectos			1,6
		Total			24,89 €
15	ud	Cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			0,80
		C. Indirectos			0,13
		Total			1,62 €
16	ud	Thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			0,94
		C. Indirectos			0,13
		Total			1,76 €
17	ud	Cytisus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			1,60
		C. Indirectos			0,14
		Total			2,43 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
18	m2	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.			
		Mano de obra			0,19
		Material			0,24
		C. Indirectos			0,03
		Total			0,46 €
19	ud	Cartel informativo de 0,70x0,50 m (<i>"prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero"</i>) de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.			
		Mano de obra			24,55
		Maquinaria			7,36
		Material			106,12
		C. Indirectos			9,11
		Total			147,02 €
20	ud	Cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.			
		Mano de obra			73,65
		Maquinaria			10,52
		Material			927,09
		C. Indirectos			56,35
		Total			1067,6 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
21	m.l.	Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central			
		Mano de obra			11,42
		Material			6,88
		C. Indirectos			1,10
		Total			19,40 €
22	m2	Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm3 de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.			
		Mano de obra			0,65
		Maquinaria			0,35
		Material			3,90
		C. Indirectos			0,29
		Total			5,19 €
23	m3	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.			
		Mano de obra			0,24
		Maquinaria			2,22
		Material			0,72
		C. Indirectos			0,19
		Total			3,37 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
24	m2	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barros de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.			
		Mano de obra			11,52
		Material			23,94
		C. Indirectos			2,12
		Total			37,58 €
25	m2	Formación caminos de acceso a balsa de lixiviados, vertedero, pista perimetral. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la sup. de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,41
		Material			0,80
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			1,08
		C. Indirectos			0,20
		Total			3,57 €
26	m3	Desmante en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso. Medido sobre perfil ini			
		Mano de obra			0,12
		Maquinaria			1,51
		C. Indirectos			0,09
		Total			1,72 €
27	m.l.	Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,88
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			0,08
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,37 €

GEMUÑO

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
1	m ³	Excavación, carga y tte.de suelo flojo para acopio temporal dentro del vertedero			
		Mano de obra			0,03
		Maquinaria			1,46
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,57 €
2	m ³	Compactación de arcilla en vaso vertido, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		Material			2,46
		Mediciones auxiliares y Resto obra			1,08
		C. Indirectos			0,20
		Total			4,92 €
3	m ³	Excavación en zanja en terreno sin clasificar, con medios mecánicos, incluso carga y transporte de los productos de la excavación.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			3,42
		C. Indirectos			0,18
		Total			3,93 €
4	m ³	Formación de capa de sellado con terreno arcilloso (o no), con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,10
		C. Indirectos			0,07
		Total			1,25 €
5	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			5,30
		C. Indirectos			0,62
		Total			7,89 €

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
6	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			6,82
		C. Indirectos			0,62
		Total			9,41 €
7	m.l.	Tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.			
		Mano de obra			1,79
		Maquinaria			0,18
		Material			9,44
		C. Indirectos			0,62
		Total			12,03 €
8	m ³	Relleno de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,76
		Material			8,58
		C. Indirectos			0,20
		Total			9,87 €
9	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares.			
		Mano de obra			85,58
		Maquinaria			31,50
		Material			214,52
		C. Indirectos			21,90
		Total			353,50 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
10	m3	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para regularización y cubrición.			
		Maquinaria			1,06
		Material			1,50
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			0,72
		C. Indirectos			0,15
		Total			3,43 €
11	m ²	Geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m2, < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.			
		Mano de obra			0,16
		Maquinaria			0,04
		Material			0,62
		C. Indirectos			0,05
		Total			0,87 €
12	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m2 con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s-m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m2 incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.			
		Mano de obra			0,32
		Maquinaria			0,38
		Material			2,63
		C. Indirectos			0,20
		Total			3,53 €
13	m2	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m2, incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.			
		Mano de obra			0,04
		Maquinaria			0,45
		Material			0,05
		C. Indirectos			0,03
		Total			0,57 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
14	m.l.	Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.			
		Mano de obra			12,52
		Material			8,97
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			1,80
		C. Indirectos			1,6
		Total			24,89 €
15	ud	Cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			0,80
		C. Indirectos			0,13
		Total			1,62 €
16	ud	Thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			0,94
		C. Indirectos			0,13
		Total			1,76 €
17	ud	Cytisus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.			
		Mano de obra			0,69
		Material			1,60
		C. Indirectos			0,14
		Total			2,43 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
18	m2	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.			
		Mano de obra			0,19
		Material			0,24
		C. Indirectos			0,03
		Total			0,46 €
19	ud	Cartel informativo de 0,70x0,50 m (<i>"prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero"</i>) de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.			
		Mano de obra			24,55
		Maquinaria			7,36
		Material			106,12
		C. Indirectos			9,11
		Total			147,02 €
20	ud	Cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.			
		Mano de obra			73,65
		Maquinaria			10,52
		Material			927,09
		C. Indirectos			56,35
		Total			1067,6 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
21	m.l.	Vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central			
		Mano de obra			11,42
		Material			6,88
		C. Indirectos			1,10
		Total			19,40 €
22	m2	Geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm3 de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.			
		Mano de obra			0,65
		Maquinaria			0,35
		Material			3,90
		C. Indirectos			0,29
		Total			5,19 €
23	m3	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado.			
		Mano de obra			0,24
		Maquinaria			2,22
		Material			0,72
		C. Indirectos			0,19
		Total			3,37 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
24	m ²	Arqueta prefabricada ciega de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 30x30x50m medidas interiores, completa. Con tapa y marco de hormigón y agujeros para conexiones. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/20/40/I de 10 cm de espesor, y p.p. de medios aux. incluida excavación y relleno perimetral.			
		Mano de obra			29,16
		Maquinaria			5,94
		Material			50,10
		C. Indirectos			5,09
		Total			90,29 €
25	m ²	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barros de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.			
		Mano de obra			11,52
		Material			23,94
		C. Indirectos			2,12
		Total			37,58 €
26	m ²	Formación caminos de acceso a balsa de lixiviados, vertedero, pista perimetral. Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de asiento, formac. bombeos, y compactación de la plataforma, totalmente acabado			
		Mano de obra			0,08
		Maquinaria			1,41
		Material			0,80
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			1,08
		C. Indirectos			0,20
		Total			3,57 €

Nº	Uds.	Descripción de las unidades de obra	Rendimiento	Precio	Importe
27	m ³	Desmante en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso. Medido sobre perfil inicial.			
		Mano de obra			0,12
		Maquinaria			1,51
		C. Indirectos			0,09
		Total			1,72 €
28	m.l.	Cuneta triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,25 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes.			
		Mano de obra			0,33
		Maquinaria			0,88
		Mediciones Auxiliares y Resto obra			0,08
		C. Indirectos			0,08
		Total			1,37 €

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

4.4. PRESUPUESTO

4.4.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

LA COLILLA

Nº	Uds	Descripción	MEDICION (uds)	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
1		TRABAJOS PREVIOS			
1.1	m ³	Limpieza de las pistas de acceso a los antiguos vasos de vertido retirando la vegetación y las rocas de los márgenes.	215,00	1,57	337,55
1.2	m ³	Retirada del material granítico presente en los vasos de vertido y acondicionamiento del terreno.	7.607,40	1,72	13.084,72
1.3	m ³	Restauración de los taludes de las explanadas frente a los vasos de vertido mediante el terraplenado con material granítico.	945,00	1,72	1.625,40
Total capítulo 1.....					15.047,67
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS			
2.1	m ³	Desmonte en rampa sur y en apartaderos en pistas de acceso.	485,10	1,72	834,37
2.2	m ³	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado para preparación de superficie en rampa sur, rampa norte y sobreebanco en curvas.	725,80	3,37	2.445,95
2.3	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes en pista de acceso a vasos de vertido y rampas norte y sur.	2.342,10	3,57	8.361,30
Total capítulo 2.....					11.641,62
3		PREPARACIÓN DE VASO DE VERTIDO			
3.1	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de vasos de vertido.	3.751,50	4,92	18.457,38

		(Se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).			
3.2	ud	Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.	1	1.067,6	1.067,6
Total capítulo 3..... 19.524,98					
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS			
4.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de balsa de lixiviados.	271,50	1,57	426,26
4.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de balsa de lixiviados.	111,6	4,92	549,07
4.3	m ²	Impermeabilización de balsa de lixiviados con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	258,80	5,19	1.343,17
4.4	m.l.	Zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de lámina de PEAD.	59,20	1,37	81,10
4.5	m.l.	Cerramiento perimetral de balsa de lixiviados mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17,	68,00	19,40	1.319,2

		postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.			
4.6	ud	Colocación de cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	1,00	37,58	37,58
4.7	m ³	Excavación de red de drenaje de lixiviados mediante zanja trapezoidal en tierra tipo, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).	28,70	3,93	112,79
4.8	m ²	Impermeabilización del vaso de vertido con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).	5.895,2	5,19	30.596,09
4.9	m ²	Colocación de geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.(5 vasos)	5.895,2	0,87	5.128,82
4.10	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de	225,00	7,89	1.775,25

		tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).			
4.11	m ³	Relleno de zanja de drenaje con material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).	19,70	9,87	194,44
4.12	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares. (se computa el coste de los cinco vasos).	5,00	353,50	1.767,50
4.13	m ³	Extensión de capa de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado. (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se construirá la red de drenaje del siguiente).	2.679,70	9,87	26.448,64
4.14	m.l.	Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.	185,00	28,74	5.316,90
Total capítulo 4.....			75.096,81		

5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES			
5.1	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en interior de pistas de acceso a los vasos, a ambos lados de la rampas norte y sur de acceso a la explanada superior y a ambos lados del acceso a la balsa.	1.841,00	1,37	2.522,17
Total capítulo 5.....					2.522,17
6		VALLADO			
6.1	m.l.	Instalación de cerramiento perimetral de la zona de vasos de vertido mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm, p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	720,00	19,40	13.968,00
6.2	ud	Colocación de cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.	1,00	147,02	147,02
6.3	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada	2,00	37,58	75,16
Total capítulo 6.....					14.190,18
7		SELLADO DE RESIDUOS			
7.1	m ³	Terraplén sobre residuos de regularización en tierras (e = 0,20 m) con formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie. (Incluidos los 5 vasos de vertido).	1.179,10	1,25	1.473,88
7.2	m.l.	Sondeo a rotación con introducción de	228,00	28,64	6.529,92

		tubería de PEAD para biogás de sección circular $\varnothing 225$ mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.			
7.3	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado los 5 vasos de vertido.	6.323,90	3,53	22.323,37
7.4	m ²	Colocación de geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta. Geomembrana de PEAD para sellado final de vasos de vertido (incluso solapes y fijación).	6.323,90	5,19	32.821,04
7.5	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado los 5 vasos.	6.323,90	3,53	22.323,37
7.6	m.l.	Excavación de zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de paquete de sellado.	797,00	1,37	1.091,89
7.7	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b =	218,00	1,37	298,66

		0,25, taludes 3V/2H) en zona de menor cota de los residuos sellados.			
7.8	m ³	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para cobertera en tierras (e = 0,60 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas (5 vasos) incluso regularización.	3.572,50	3,43	12.253,68
7.9	m ²	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m2, incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.	5.954,20	0,57	3.393,90
7.10	ud	Plantación de cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	992,00	1,62	1.607,04
7.11	ud	Plantación de thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	992,00	1,76	1.745,92
7.12	ud	Plantación de cytisis hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	496,00	2,43	1.205,28
7.13	m ²	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los	5.954,20	0,46	2.738,93

VERTEDERO DE R.S.U. CON APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE BIOGÁS EN LA PROVINCIA DE AVILA

Escuela Politécnica Superior de Ávila

		materiales indicados.			
Total capítulo 7.....					109.806,88
8		GESTION DE RESIDUOS			
8.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 15	1,00	837,44	837,44
Total capítulo 8.....					837,44
9		SEGURIDAD Y SALUD			
9.1		Valoración según el Anexo Nº 13	1,00	2.738,26	2.738,26
Total capítulo 9.....					2.738,26

TOTAL PRESUPUESTO..... 251.406,01
--

GEMUÑO

Nº	Uds	Descripción	MEDICION (uds)	PRECIO (€)	IMPORTE (€)
1		TRABAJOS PREVIOS			
1.1	m ³	Desmante en todo tipo de terreno con transporte de producto a lugar de acopio para posterior uso, para construcción de camino de acceso a zona de excavación y balsa de lixiviados y preparado de área perimetral a zona de excavación, medido sobre perfil inicial.	13.835,80	1,72	23.797,58
Total capítulo 1.....					23.797,58
2		CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS			
2.1	m ³	Terraplén de tierras procedente de préstamos, extendido, humectación y compactación hasta el 95% del próctor modificado, incluso perfilado de taludes, rasanteo de superficie de coronación, preparación de superficie de asiento, totalmente terminado, para preparación de superficie de camino de acceso a zona de excavación y a balsa de lixiviados.	838,00	3,37	2.824,06
2.2	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes en camino de acceso a zona de excavación, camino de acceso a balsa de lixiviados (3.645 m ²).	601,00	3,57	2.145,57
Total capítulo 2.....					4.969,63
3		EXCAVACION DE VASO DE VERTIDO			
3.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de vaso de vertido.	219.423,5	1,57	344.495,90
3.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de vaso de vertido.	18.838,10	4,92	92.683,45

3.3	m ³	Extensión y compactación de zahorra natural, incluso preparación de la superficie de de asiento y compactación de la plataforma, totalmente acabado para construcción de firmes pista perimetral a zona de excavación y rampa de acceso al vaso de vertido.	2.790,3	3,57	9.960,30
3.4	ud	Colocación de cartel de obra oficial, formado por lamas de aluminio extrusionado pintado, incluso postes de sustentación en perfil laminado y galvanizado, de dimensiones adecuadas a la superficie del cartel, placa de anclaje y cimentación de hormigón ligeramente armado, colocado.	1,00	1.067,60	1.067,60
Total capítulo 3..... 448.207,25					
4		RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS			
4.1	m ³	Excavación, carga y transporte de suelo flojo para construcción de balsa de lixiviados.	1.984,8	1,57	3.116,14
4.2	m ³	Compactación de arcilla, extendido, humectación y compactación al 95% del Próctor modificado, incluso perfilado de taludes, refino y rasanteo de la superficie, totalmente terminado para impermeabilización de balsa de lixiviados.	614,10	4,92	3.021,37
4.3	m ²	Impermeabilización de balsa de lixiviados con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta.	1.226,2	5,19	6.363,98
4.4	m.l.	Zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de lámina de	141,20	1,37	193,44

		PEAD.			
4.5	m.l.	Cerramiento perimetral de balsa de lixiviados mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero galvanizado de 2,4 m y Ø48mm,p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.	153,20	19,40	2.972,08
4.6	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	1,00	37,58	37,58
4.7	m ³	Excavación de red de drenaje de lixiviados en vaso de vertido mediante zanja trapezoidal en tierra tipo, en terreno flojo, en forma de espina de pez h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes (bases de zanjas b1 = 0,355, b2 = 0,64, b3 = 0,225).	100,40	3,93	394,57
4.8	ud	Arqueta prefabricada ciega de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 80x80x50m medidas exteriores, completa. Con tapa y marco de hormigón y agujeros para conexiones. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/20/40/I de 10 cm de espesor, y p.p. de medios aux. incluida excavación y relleno perimetral.	3,00	90,29	270,87
4.9	m ²	Impermeabilización del vaso de vertido con geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm, incluido	32.451,3	5,19	168.422,25

		formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta (se computa el coste de los cinco vasos de vertido aunque hasta que no se agote y se selle un vaso, no se impermeabilizará el fondo del siguiente vaso).			
4.10		Zanja perimetral al vaso de vertido para sujeción de PEAD mediante relleno con hormigón	712,40	1,37	975,99
		Total partida 4.10			
4.11	m ²	Colocación de geotextil, compuesto por filamentos de propileno unidos térmicamente, con un gramaje de 200 g/m ² , < 33m de apertura en ensayo de perforación, colocado.	32.451,3	0,87	28.232,63
4.12	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 225 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	384,00	7,89	3.029,76
4.13	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 280 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	270,00	9,41	2.540,70
4.14	m.l.	Introducción en zanjas de drenaje de tubería corrugada de PE circular, ranurada de diámetro 355 mm, en drenajes longitudinales, incluso preparación de la superficie, compactación y nivelación, terminado.	84,00	12,03	1.010,52
4.15	m ³	Relleno de zanjas de drenaje con material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 20 – 40 mm, colocados en zanjas de drenaje, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	309,80	9,87	3.057,73

4.16	ud	Pozo de registro prefabricado completo, de 100 cm de diámetro interior y 2,0 m de altura útil interior formado por solera de hormigón HA-25/P/40/I de 20 cm de espesor, ligeramente armada con mallazo, anillos de hormigón en masa, prefabricados de borde machihembrado, y con asimétrico para formación de brocal del pozo, de 60 cm de altura, con cierre de marco y tapa de fundición y medios auxiliares. (Se computa el coste de los cinco vasos).	1,00	353,50	353,50
4.17	m ³	Extensión de capa de material filtrante con áridos rodados y tamaño máximo de 40 – 60 mm, incluso nivelación, rasanteo, transporte (máx.15 km), totalmente terminado.	9.389,90	9,87	92.678,31
4.18	m.l.	Chimenea de PEAD para biogás de sección circular Ø225 mm soldada térmicamente y relleno de grava 20-40 mm, completamente terminado.(se contabilizan todas las chimeneas hasta su altura máxima, aunque se instalen y recrezcan a medida que se explota el vaso).	726,00	24,89	18.070,14
4.19	m.l.	Instalación de tubería de impulsión de lixiviados desde vaso a balsa de lixiviados.	97,00	28,74	2.787,78
Total capítulo 4.....					337.529,34
5		RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES			
5.1	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en ambos lados del camino de acceso al vaso de vertido, ambos lados del camino de acceso a la balsa de lixiviados, y exterior a la pista perimetral del vaso de vertido.	1.391,40	1,37	1.906,22
Total capítulo 5.....					1.906,22
6		VALLADO			
6.1	m.l.	Instalación de cerramiento perimetral de la zona del vaso de vertido mediante vallado de 2 m de altura realizado con malla de simple torsión plastificado en verde de 50/14-17, postes tubo acero	892,2	19,40	17.308,68

		galvanizado de 2,4 m y Ø48mm, p.p. de postes esquina, jabalcones y tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada, recibido de postes con hormigón HM-20/P/20/I de central.			
6.2	ud	Colocación de cartel informativo de 0,70 x 0,50 m (" <i>prohibida la entrada a personal ajeno al vertedero</i> ") de chapa galvanizada pintado incluso postes galvanizados de sustentación y cimentación, colocado.	1,00	147,02	147,02
6.3	ud	Cancela formada por cerco y bastidor de hoja con tubos huecos de acero laminado en frío y barrotes de tubo de 40x20x1 mm soldados entre sí, pastillas para recibido, herrajes de colgar y seguridad, cerradura y manivela a dos caras, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, totalmente colocada.	1,00	37,58	37,58
Total capítulo 6..... 17.493,28					
7		SELLADO DE RESIDUOS			
7.1	m ³	Terraplén sobre residuos de regularización en tierras (e = 0,20 m) con formación de capa de sellado con terreno ligeramente arcilloso, con carga, descarga de material acopiado, extensión, unificado, y compactación, incluso refino y rasanteo de la superficie.	6.018,2	1,25	7.522,75
7.2	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	30.091,2	3,53	106.221,94
7.3	m ²	Colocación de geomembrana de PEAD de 2 mm espesor, 0,948 g/cm ³ de densidad, tracción rotura > 25 MPa, resistencia a perforación > 400 N/mm,	30.091,2	5,19	156.173,34

		incluido formación anclajes, solapes y soldadura doble, incluso prueba de 100% de la soldadura, probetas de rotura a tracción, totalmente colocada. Medida la superficie realmente cubierta. Geomembrana de PEAD para sellado final de vaso de vertido (incluso solapes y fijación).			
7.4	m ²	Suministro y colocación de geocompuesto drenante de >400 g/m ² con una resistencia a tracción >5 KN/m y una capacidad de flujo >0,70 l/s·m, formado por geodren biplanar de polietileno de alta densidad de 4 mm y geotextil por ambas capas de polipropileno de 120 g/m ² incluso parte proporcional de solapes y despuntes, totalmente instalado.	30.091,2	3,53	106.221,94
7.5	m.l.	Excavación de zanja triangular en tierra tipo V1, en terreno flojo, h=0,30 m, con transporte de productos resultantes a vertedero o lugar de empleo, incluso refino de taludes, para sujeción de paquete de sellado.	728,4	1,37	997,91
7.6	m.l.	Cunetas trapezoidales (h = 0,30 m, b = 0,25, taludes 3V/2H) en zona de menor cota de los residuos sellados.	732,4	1,37	1.003,39
7.7	m ³	Suministro, carga, transporte, extendido, unificado y compactación de tierras, en capas de 20 – 80 cm de espesor, para cobertera en tierras (e = 0,60 m) con material seleccionado exento de piedras angulosas incluso regularización.	24.072,9	3,43	82.570,05
7.8	m ²	Suministro, transporte, extendido con esparcidor y mezcla de compost procedente de planta de tratamiento de R.U. con nivel de maduración 4, exento de patógenos y metales pesados, con una dotación de 6 Kg/m ² , incluso laboreo del suelo de aportación a una profundidad de 20 cm con rotocultor.	30.091,2	0,57	17.151,98

7.9	ud	Plantación de cistus ladanifer (Jara pringosa) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	5.015,00	1,62	8.124,30
7.10	ud	Plantación de thymus vulgaris (tomillo común) 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	5.015,00	1,76	8.826,40
7.11	ud	Plantación de cytissus hybriden (Retama) de 1 savia, suministrado en contenedor forestal y plantación en hoyo de 0,40 m x 0,4 m x 0,2m, incluso apertura del mismo a mano y formación de alcorque.	2.508,00	2,43	6.094,44
7.12	m ²	Hidrosiembra a base de 25 g de semillas con la siguiente composición: 95% de herbáceas (10% trifolium, 25% Lupinus luteos, 19% Agopyrum, 30% Lolium) y 5% de autóctonas (15% santolina, 10% Lavandula, 20% Cistus ladanifer, 10% Genista scorpius), incluso abonado, siembra y cubrición, empleando los materiales indicados.	30.091,2	0,46	13.841,95
Total capítulo 7.....					514.750,39
8		GESTION DE RESIDUOS			
8.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 15	1,00	837,44	837,44
Total capítulo 8.....					837,44
9		SEGURIDAD Y SALUD			
9.1	ud	Valoración según el Anexo Nº 13	1,00	2.738,26	2.738,26
Total capítulo 9.....					2.738,26

TOTAL PRESUPUESTO..... 1.352.229,39

4.4.1. PRESUPUESTO GENERAL

LA COLILLA

Nº Orden	Descripciones de los capítulos	Importe (€)
1	..TRABAJOS PREVIOS	15.047,67
2	..CONSTRUCCION DE ACCESOS	11.641,62
3	..PREPARACIÓN DEL VASO DE VERTIDO	19.524,98
4	..RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS	75.096,81
5	..RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES	2.522,17
6	..VALLADO	14.190,18
7	..SELLADO DE RESIDUOS	109.806,88
8	..GESTION DE RESIDUOS	837,44
9	..SEGURIDAD Y SALUD	2.738,26

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL..... 251.406,01

16 % Gastos Generales..... 40.224,96

6 % Beneficio Industrial..... 15.084,36

VALOR ESTIMADO..... 306.715,33

21 % I.V.A..... 64.410,22

PRESUPUESTO BASE DE LICITACION..... 371.125,55

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:

TRESCIENTOS SETENTA Y UN MIL CIENTO VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CENTIMOS.

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

GEMUÑO

Nº Orden	Descripciones de los capítulos	Importe (€)
1	..TRABAJOS PREVIOS	23.797,58
2	..CONSTRUCCION DE ACCESOS	4.969,63
3	..EXCAVACION DE VASO DE VERTIDO	448.207,25
4	..RED DE DRENAJE DE LIXIVIADOS	337.529,34
5	..RED DE CAPTACIÓN DE PLUVIALES	1.906,22
6	..VALLADO	17.493,28
7	..SELLADO DE RESIDUOS	514.750,39
8	..GESTION DE RESIDUOS	837,44
9	..SEGURIDAD Y SALUD	2.738,26

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL..... 1.352.229,39

16 % Gastos Generales..... 216.356,70

6 % Beneficio Industrial..... 81.133,76

VALOR ESTIMADO..... 1.649.719,85

21 % I.V.A..... 346.441,17

PRESUPUESTO BASE DE LICITACION..... 1.996.161,02

Asciende el presupuesto proyectado, a la expresada cantidad de:

UN MILLON NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL CIENTO SESENTA Y UN EUROS CON DOS CENTIMOS.

Marco Martínez Martín

Irene Cuenca Marcos

Ingeniero Técnico de Minas

Ingeniero Técnico de Minas

**SOLICITUD DE EVALUACION DE IMPACTO
AMBIENTAL**

DOCUMENTO INICIAL DEL PROYECTO

Peticionario

Mancomunidad del Valle Amblés

Fecha

Febrero 2012

El presente documento es redactado por los estudiantes de Ingeniería Técnica de Minas, D. **Marco Martínez Martín**, con domicilio en C/ Batalla de Teruel, nº 6 Ávila (Ávila) y NIF: 70.808.822-N y Dña. **Irene Cuenca Marcos**, con domicilio en P/ Barcelona nº 24-25 Salamanca (Salamanca) y NIF: 70.903.010-J a petición de la **MANCOMUNIDAD DEL VALLE AMBLÉS** con domicilio social en Avenida de Jose Antonio nº 507 El Fresno (Ávila), la cual es propietaria de los terrenos conformados por las **Parcelas Catastrales parcela 5035 del polígono 3, la parcela 5036 del polígono 3, la parcela 5037 del polígono 3 y la parcela 5038 del polígono 3, del Término Municipal de La Colilla, y las Parcelas Catastrales la parcela 108 del polígono 505, la parcela 107 del polígono 505, la parcela 106 del polígono 505, la parcela 105 del polígono 505, parcela 104 del polígono 505, parcela 103 del polígono 505, parcela 102 del polígono 505, la parcela 101 del polígono 505, la parcela 100 del polígono 505 recinto 2, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 4, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 3, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 1, la parcela 99 del polígono 505, la parcela 98 del polígono 505, la parcela 97 del polígono 505, la parcela 93 del polígono 505, la parcela 462 del polígono 505, la parcela 463 del polígono 505, la parcela 464 del polígono 505, la parcela 465 del polígono 505, del Término Municipal de Gemuño** en las cuales pretende instalar y poner en funcionamiento un **VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)**.

Ese documento se redacta para dar cumplimiento al **Artículo 6.1 del REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2008, DE 11 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS**, al estar incluida la actividad pretendida entre las consideraciones en el **ANEXO I**, de esta ley;

- **Grupo 8.“Proyectos de Tratamiento y Gestión de Residuos”, letra c) “Vertederos de residuos no peligrosos que reciban más de 10 toneladas diarias o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas, excluidos los vertederos de residuos inertes”**

Según lo dispuesto en el Art. 3.1, las actividades incluidas en este ANEXO I, están sometidas al trámite de Evaluación de Impacto Ambiental en la forma prevista en esta ley.

Este **DOCUMENTO INICIAL DEL PROYECTO** se adjunta a la solicitud de sometimiento al Órgano Sustantivo correspondiente, en este caso se trata de la **Consejería de Medio Ambiente**, el cual una vez mostrada su conformidad con la documentación aportada, lo enviará al órgano ambiental, para que se inicie el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental.

En el desarrollo de este documento inicial del proyecto, se ha ajustado al contenido mínimo obligado por el Art. 6.1 del R.D. Legislativo 1/2008.

DOCUMENTO INICIAL DEL PROYECTO

Para la redacción del proyecto y su posterior ejecución ha sido considerada la siguiente legislación.

Debido a la calificación del suelo en el cual se trata de instalar la planta, Suelo Rústico, para la instalación de la planta de reciclado de residuos de construcción y demolición en la ubicación escogida, se considera la siguiente legislación:

- Decreto 22/2004, de 29 de Enero, por el que se aprueba el ***Reglamento Urbanístico de Castilla y León.***
- Ley 5/1999, de 8 de Abril, de ***Urbanismo de Castilla y León***
- ***Normas Subsidiarias Provinciales de Ávila***

En el ámbito de Prevención de riesgos laborales, la legislación a considerar es la siguiente:

- ***Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de Servicios de Prevención.***
- ***Real Decreto 1389/1997, de 5 de Septiembre, por el que se aprueban las Disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras.***

En los que se refiere a la legislación sobre residuos y calidad ambiental, una vez en marcha la instalación prevista y llevada a cabo la actividad descrita, será de aplicación:

- ***Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos.***
- ***Ley 34/2007, de 15 de Noviembre, de Calidad del aire y Protección de la Atmósfera.***

A) DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

A.1. Ubicación

La Colilla

Tal y como se ha indicado en el capítulo anterior, el vertedero de R.S.U. se pretende instalar en las Parcelas Catastrales parcela 5035 del polígono 3, la parcela 5036 del polígono 3, la parcela 5037 del polígono 3 y la parcela 5038 del polígono 3, Término Municipal de La Colilla (Ávila). Afectando una superficie total de 3,4 Ha.

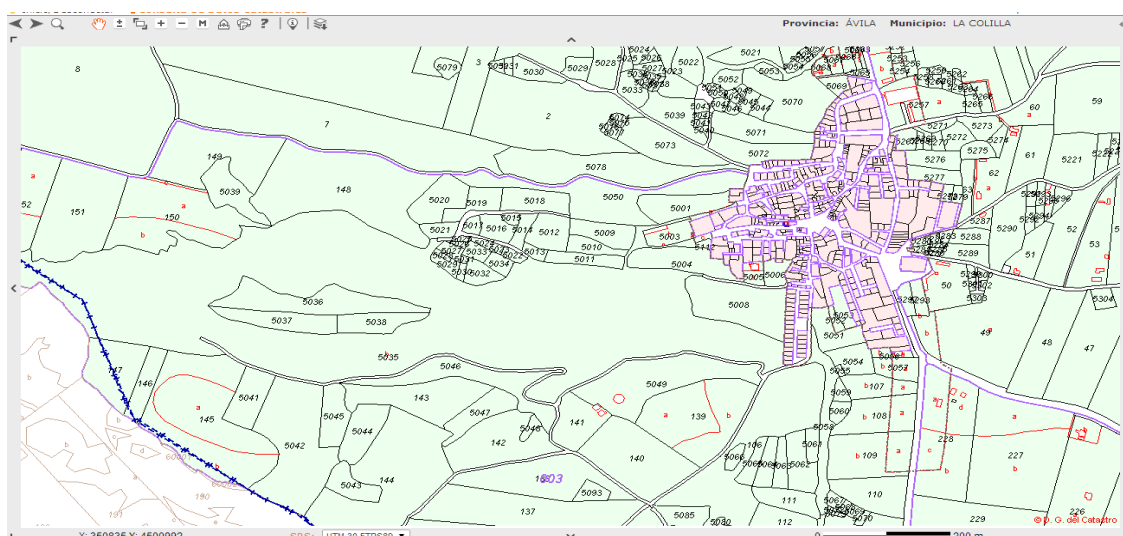


Fig. 1-Plano catastral de municipio de La Colilla y zona de vertedero.

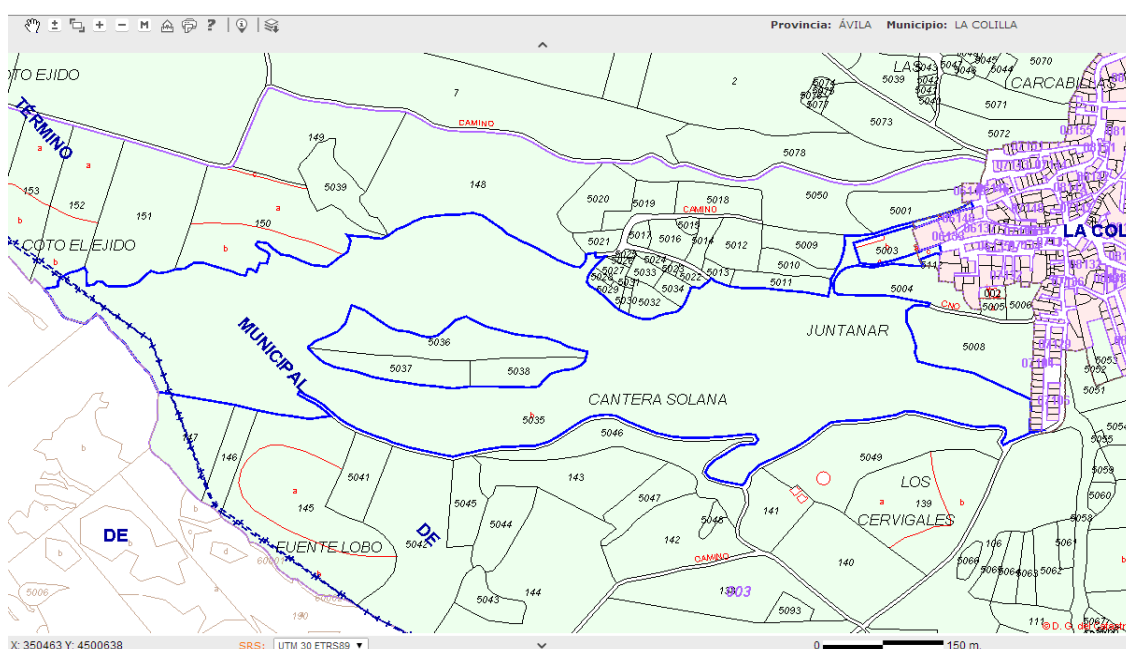


Fig. 2-Plano catastral de zona de vertedero.

El acceso se realiza por camino que parte desde sur del municipio. La zona de vertedero se encuentra a aproximadamente 700 m de la zona residencial más próxima.

Gemuño

Tal y como se ha indicado en el capítulo anterior, el vertedero de R.S.U. se pretende instalar en la zona de afección de las Parcelas Catastrales parcela 108 del polígono 505, la parcela 107 del polígono 505, la parcela 106 del polígono 505, la parcela 105 del polígono 505, parcela 104 del polígono 505, parcela 103 del polígono 505, parcela 102 del polígono 505, la parcela 101 del polígono 505, la parcela 100 del polígono 505 recinto 2, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 4, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 3, la parcela 100 del polígono 505 del recinto 1, la parcela 99 del polígono 505, la parcela 98 del polígono 505, la parcela 97 del polígono 505, la parcela 93 del polígono 505, la parcela 462 del polígono 505, la parcela 463 del polígono 505, la parcela 464 del polígono 505, la parcela 465 del polígono 505, Término Municipal de La Colilla (Ávila). Afectando una superficie total de 11,3 Ha.

Con el fin de acreditar la compatibilidad urbanística del terreno con la instalación que se pretende; se ha solicitado un Certificado de Compatibilidad Urbanística al Exmo. Ayuntamiento de La Colilla (idem. Gemuño) para que indique la calificación del tipo de suelo al que pertenece la parcela que ocupará las instalaciones previstas.

A espera de dicho certificado, dicha parcela se encuentra ubicada en **SUELO NO URBANIZABLE**, en la categoría de **ZONA REGULACIÓN BÁSICA**, según las **Normas Subsidiarias Provinciales de Ávila**.

Según las Normas Subsidiarias Provinciales de Ávila, en el apartado Normas en Suelo No Urbanizable, los usos permitidos en el terreno calificado como **Zona Regulación Básica** son los contemplados en el **Artículo 3.3** Zona de Regulación Básica, apartados a) y b).

Usos permitidos: El uso característico de la Zona de Regulación Básica es la producción agropecuaria y forestal. Por ello, en esta zona se autorizarán por licencia municipal las construcciones destinadas a explotaciones agropecuarias (AGR), con las condiciones establecidas en el punto 3.3.d).

Usos autorizables: Los siguientes usos podrán implantarse con autorización de la Comisión Provincial de Urbanismo previa a la licencia municipal, que se concederá valorando el cumplimiento de las condiciones establecidas en el punto 3.3.d).

- Dotaciones (DOT.), equipamientos comunitarios o turísticos, tanto de naturaleza pública como privada.

- **Industrial (IND.), incluyendo las edificaciones e instalaciones vinculadas a las actividades extractivas o al reciclaje de los residuos urbanos o industriales.**
- **Residencial (V.U.), como vivienda unifamiliar aislada o vinculada a una explotación agropecuaria.**

A.2) Definición

La gestión de residuos sólidos urbanos, debe basarse en la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, procurando que el material con destino a eliminación en vertedero sea mínimo, y contribuir así un desarrollo sostenible de la sociedad.

El proyecto, en primer lugar, consiste en el estudio de la ubicación del relleno sanitario o vertedero, y posterior diseño del mismo cumpliendo con la legislación vigente arriba citada.

Los residuos a eliminar serán los considerados en el **Capítulo 17 del Anexo 2; Lista Europea de Residuos** publicada en la **Orden MAM/304/2002**, de 8 de Febrero; incluido en los anexos:

Capítulo : Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

Entre los residuos incluidos en el capítulo 20 referido, en el vertedero considerado se van a eliminar aquellos considerados en la categoría de Residuos No Peligrosos (los no marcados con asterisco en la Lista Europea de Residuos), el resto de los residuos que conformen los residuos sólidos urbanos, como ya se ha indicado, serán retirados por gestores autorizados.

A.3) Características

La instalación requerirá de una serie de actuaciones:

- Creación de un acceso rodado directo desde la carretera, apto para camiones mediante zahorras compactadas para la construcción del camino de acceso a la zona de excavación.
- Excavación del terreno hasta la cota prevista en planos.

- Impermeabilización del vaso de vertido mediante capa de arcilla compactada de 0,8 m y lámina de PEAD termosoldada.
- Construcción de Red de drenaje de lixiviados y balsa de lixiviados debidamente impermeabilizada.
- Cerramiento perimetral de la finca.
- Creación de un acceso rodado directo desde la carretera, apto para camiones.
- Zona perfilada y con firme de zahorras compactadas y hormigonada en superficie, apta para colocación de caseta oficina permanente y caseta almacén donde se alojará el equipo generador y herramientas.
- Obra civil necesaria para la instalación de caseta sanitaria y oficina.

La planta requerirá de una serie de instalaciones y elementos enumerados a continuación:

- Contenedor metálico o caseta móvil para enseres y herramientas.
- Caseta prefabricada móvil para albergar la oficina, servicios y el control de entrada.
- Baños portátiles de tipo químico.
- Se dispondrá un depósito de agua de 5.000 litros, que se repondrán cuando sea necesario.
- Depósito de combustible para almacenaje de gasóleo.
- Generador eléctrico de accionamiento diesel para suministro de fluido eléctrico.

A parte de los elementos descritos, será necesario el disponer de equipos móviles, para la manipulación de los residuos:

- Pala cargadora de cadenas tipo *Caterpillar 973C* para la retirada, empuje y compactación de los residuos.

B) PRINCIPALES ALTERNATIVAS QUE SE CONSIDERAN

Las dos alternativas consideradas son:

- La realización de relleno sanitario en el municipio de Gemuño en zona de terrazas aluviales del Valle Amblés, debidamente justificada su viabilidad técnica así como su correcto diseño y construcción para garantizar su inocuidad medioambiental.
- La restauración mediante el uso como vertedero de R.S.U. de la antigua cantera de granito situada al oeste del municipio de La Colilla.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS:

➤ Desde el punto de vista del impacto medioambiental:

- Ambas son propuestas con muy bajo riesgo medioambiental por su correcto diseño y ejecución. Si bien es cierto que la propuesta de La Colilla tiene como ventaja que los residuos se depositarán sobre material graníticos impermeable, reduciendo aún más la probabilidad de filtración de aguas contaminadas.

- La propuesta de Gemuño, por tratarse de un relleno sanitario, se encontrará por completo bajo la cota del terreno, y al estar ubicada sobre una colina estará totalmente fuera del campo visual de un observador situado en el entorno. También por estar a menor cota se mitigarán en gran medida los ruidos, polvo, y olores generados.

- La propuesta de La Colilla será visible durante la explotación del primer vaso de vertido desde la carretera N-110 y desde parte del Valle Amblés. Sin embargo, después de la explotación del primer vaso de vertido y tras la restauración ambiental de éste, la zona quedará favorecida respecto al estado actual. El resto de vasos de explotación no son visibles desde la carretera N-110, sí lo son desde la Sierra de Ávila al norte de La Colilla, en cualquier caso, la restauración de esta antigua explotación atenuará el impacto visual. El resto de instalaciones no serán visibles pues estarán ubicadas en la explanada superior de los vasos de vertido, que se encuentra ligeramente hundida en el centro.

➤ Desde el punto de vista socioeconómico

- La propuesta de Gemuño está diseñada para tener una vida útil de 30 años prorrogables a otros diez, dentro del marco actual en política de eliminación de residuos mediante depósito en vertedero que apuesta por menos instalaciones pero de mayor capacidad de modo que sea más eficiente. Por otra parte, esta propuesta se encuentra en un punto más equidistante de los pueblos que forman la mancomunidad, lo cual reduce los costes de transporte.

- La propuesta de La Colilla tiene una capacidad definida por la antigua explotación lo cual le da una vida útil de unos 14 años. Esto plantea el problema de tener que diseñar y construir un nuevo vertedero en un plazo menor de tiempo. La mayor distancia de transporte y la mayor dificultad de operación incrementan los costes de explotación.

C) DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL PROYECTO

- A fin de esclarecer las afecciones por parte de la obra, se adjunta una ortofoto de ubicación:

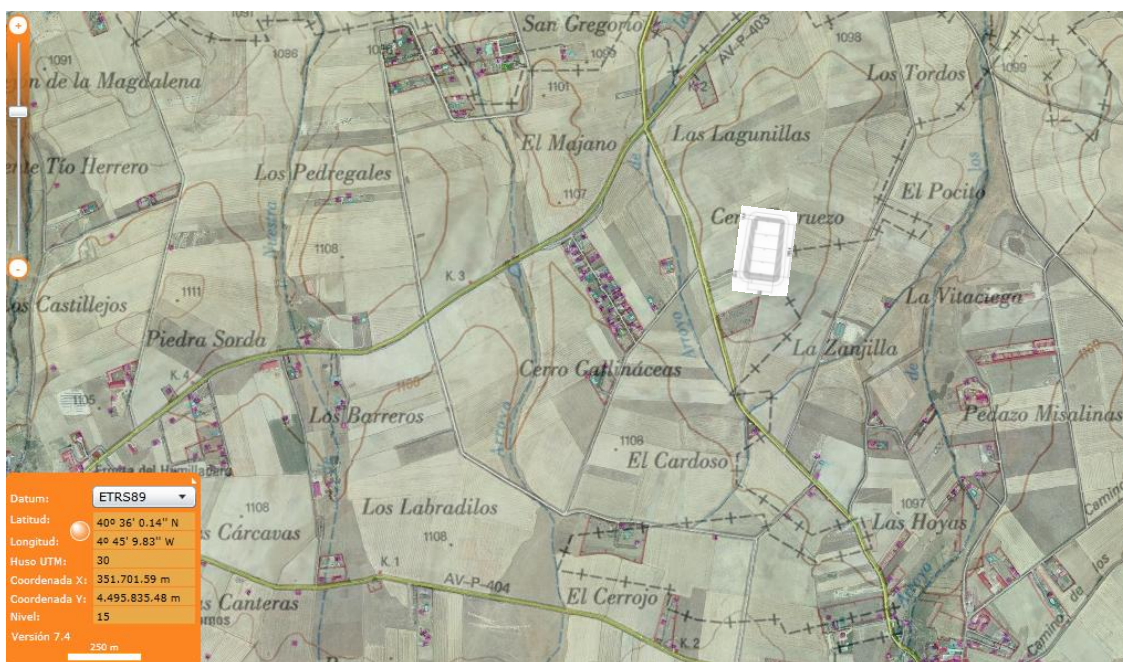


Fig.3- Ubicación de zona de excavación de vertedero en Gemuño.

Las obras del vertedero y sus instalaciones no se encuentran en zona LIC ni zona ZEPA de la RED NATURA 2000 de la Junta de Castilla y León, ni en zona especialmente protegida por ningún otro organismo o causa.

- A fin de esclarecer las afecciones por parte de la obra, se adjunta una ortofoto de ubicación:



Fig.3- Ubicación de zona de excavación de vertedero en La Colilla.

Las obras del vertedero y sus instalaciones no se encuentran en zona LIC ni zona ZEPA de la RED NATURA 2000 de la Junta de Castilla y León, ni en zona especialmente protegida por ningún otro organismo o causa.